

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-242713

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

F02D 13/02

F02D 9/02

F02D 41/06

F02D 43/00

F02D 45/00

F02P 5/15

(21)Application number : 2001-348534

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 14.11.2001

(72)Inventor : MAJIMA YOSHIHIRO  
YAGI TOYOJI

(30)Priority

Priority number : 2000382519

Priority date : 15.12.2000

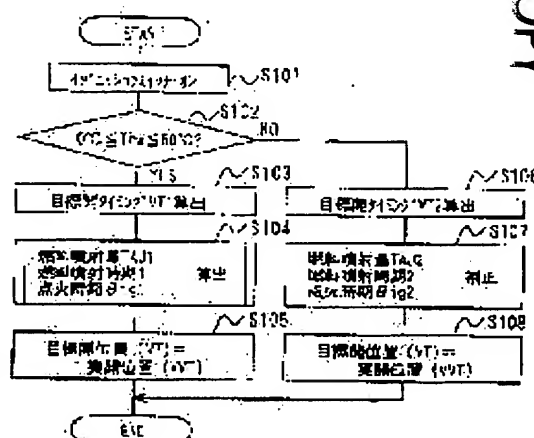
Priority country : JP

## (54) CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a control device for an internal combustion engine capable of a stable control over an air/fuel ratio by delaying a timing to open an intake valve so as to enhance the flow speed of intake, and decreasing a fuel injection quantity for correction.

**SOLUTION:** In a step 102, the temperature range of engine water is determined. If the range in which the evaporation characteristic of fuel depends upon temperature is determined to be from 0°C to 50°C, a step 103 is started (otherwise, a known control is effected). The timing to open the intake valve is delayed for the purpose of increasing the flow speed of intake, and a fuel injection time TAU, fuel injection timing and ignition timing  $\theta_{ig}$  are controlled according to the timing to open the intake valve in a step 104. Thus, since the amount of an adhering fuel can be reduced as the flow speed of the intake increases, the stable control over the air/fuel ratio can be effected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The fuel injection valve arranged in order to inject a fuel, and the fuel-oil-consumption control means which controls the injection fuel quantity injected by said fuel injection valve, The open timing and/or the amount of lifts of the intake valve for opening and closing an internal combustion engine's inhalation-of-air path, and said intake valve the bulb adjustment device which can be set as arbitration, and by adjusting said bulb adjustment device according to operational status With the bulb adjustment device which sets up the open timing and/or the amount of lifts of said intake valve, and said bulb adjustment device The open timing and/or the amount of lifts of said intake valve are adjusted so that the inhalation-of-air rate of flow may improve. The control unit of the internal combustion engine characterized by having an adhesion fuel reduction means to amend so that the adhesion fuel which adheres said fuel oil consumption to an inhalation-of-air system may be reduced based on the open timing and/or the amount of lifts of the adjusted this intake valve.

[Claim 2] It is the control unit of the internal combustion engine according to claim 1 which said bulb adjustment device is equipped with the lag control means which carries out the lag of the open timing of said intake valve, and is characterized by amending said adhesion fuel means so that the adhesion fuel which adheres the fuel oil consumption controlled by said fuel-oil-consumption control means to an inhalation-of-air system based on the lag of the open timing of said intake valve having been carried out by said lag control means may be reduced.

[Claim 3] The control unit of the internal combustion engine according to claim 2 characterized by setting up so that a combustion chamber may be reached, when said intake valve begins to open said fuel injection timing by said fuel-injection-timing control means based on having the fuel-injection-timing control means which controls fuel injection timing of the fuel injected by the fuel injection valve, and the lag of the open timing of said intake valve being carried out by said lag control means.

[Claim 4] The closed timing of the exhaust air bulb for opening and closing an internal combustion engine's flueway, and said exhaust air bulb by adjusting the 2nd bulb adjustment device which can be set as arbitration, and said 2nd bulb adjustment device When it has the 2nd bulb adjustment device which sets up the closed timing of said exhaust air bulb and the lag of said intake valve is carried out by said lag control means The control unit of the internal combustion engine according to claim 2 to 3 characterized by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of said exhaust air bulb with said 2nd bulb adjustment device.

[Claim 5] Said lag control means is the control unit of the internal combustion engine of any one publication of claim 2 characterized by controlling the open timing of said intake valve to a lag side rather than a top dead center location thru/or claim 4.

[Claim 6] Said bulb adjustment device is equipped with the amount control means of valve lifts which controls the amount of lifts of said intake valve so that the inhalation-of-air rate of flow improves, and sets it after an internal combustion engine's starting between the colds. Said adhesion fuel reduction means It is based on the inhalation-of-air rate of flow improving by control of the amount of valve lifts by said amount control means of valve lifts. The control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by amending the fuel oil consumption controlled by said fuel-injection control means so that the adhesion fuel adhering to an inhalation-of-air system may be reduced.

[Claim 7] The closed timing of the exhaust air bulb for opening and closing an internal combustion engine's flueway, and said exhaust air bulb by adjusting the 2nd bulb adjustment device which can be set as arbitration, and said 2nd bulb adjustment device It has the 2nd bulb adjustment device which sets up the closed timing of said exhaust air bulb. The control unit of the internal combustion engine according to claim

6 characterized by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of said exhaust air bulb with said 2nd bulb adjustment device based on being controlled so that the amount of lifts of said intake valve raises the inhalation-of-air rate of flow by said amount control means of valve lifts.

[Claim 8] The control unit of the internal combustion engine according to claim 6 to 7 characterized by setting up fuel injection timing by said fuel-injection-timing control means based on having the fuel-injection-timing control means which controls fuel injection timing of the fuel injected by the fuel injection valve, and the lag of the open timing of said intake valve being carried out by said lag control means.

[Claim 9] The control unit of the internal combustion engine of any one publication of claim 1 which will be characterized by carrying out the tooth lead angle of the ignition timing by said ignition timing control means if said fuel oil consumption is amended so that the fuel which is equipped with the ignition plug for flying a spark to an internal combustion engine's combustion chamber and the ignition timing control means which controls the ignition timing by said ignition plug, and adheres to an inhalation-of-air system with said adhesion fuel reduction means may be reduced thru/or claim 8.

[Claim 10] The control unit of the internal combustion engine of any one publication of claim 1 characterized by to carry out control which amends said fuel oil consumption so that the fuel quantity in which an internal combustion engine's cooling water temperature which is equipped with a water temperature detection means detect an internal combustion engine's cooling water temperature, and is detected by said water temperature detection means adheres to an inhalation-of-air system with said adhesion fuel reduction means in the range from 0 degree C to 50 degrees C may be reduced thru/or claim 9.

[Claim 11] Said adhesion fuel reduction means is the control unit of an internal combustion engine given in claim 4 and claim 7 which are characterized by having an increase-in-quantity amendment means at the time of the exhaust air bulb tooth lead angle which increases the quantity of said fuel oil consumption when the tooth lead angle of said exhaust air bulb is carried out with said 2nd bulb adjustment device.

[Claim 12] The throttle valve arranged all over an inhalation-of-air path in order to adjust the inhalation air content inhaled at an inhalation-of-air path, It has the throttle-valve control means which adjusts said throttle valve according to operational status. When the intake valve aforementioned adhesion fuel reduction means has amended so that amendment for reducing an adhesion fuel may be performed and the quantity of said fuel oil consumption may be decreased The control unit of the internal combustion engine according to claim 11 characterized by controlling the opening of the throttle valve controlled by said throttle-valve control means so that the quantity of said inhalation air content is increased.

[Claim 13] It has a starting judging means to judge an internal combustion engine's starting, and the middle maintenance device in which it was suitable for starting in the timing of said intake valve at the time of an internal combustion engine's starting. Said lag control means If judged with the internal combustion engine having started with said starting judging means The control unit of the internal combustion engine of any one publication of claim 2 characterized by carrying out the lag of the open timing of said intake valve from said predetermined open timing regulated by said middle maintenance device at the time of an internal combustion engine's starting thru/or claim 5.

[Claim 14] For it having a standby detection means to detect an internal combustion engine's standby, and an internal combustion engine being half-standby by said standby \*\*\*\*\* at the time of an internal combustion engine's starting, said lag control means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 2 with which it is characterized by carrying out the lag of said intake valve at the time of an internal combustion engine's starting when detected.

[Claim 15] Said standby detection means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 14 characterized by for the catalytic converter which is arranged all over an internal combustion engine's flueway, and purifies the harmful gas component in exhaust gas not carrying out warming up, and detecting that an internal combustion engine is half-standby when an internal combustion engine is standby mostly.

[Claim 16] Said half-standby detection means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 15 characterized by detecting an internal combustion engine's half-standby based on at least one of the addition values of an internal combustion engine's cooling water temperature, the elapsed time after internal combustion engine starting, an intake-air temperature, and internal combustion engine rotational speed.

[Claim 17] The closed timing of the exhaust air bulb for opening and closing an internal combustion engine's flueway, and said exhaust air bulb The 2nd adjustable valve timing device which can be set as arbitration, It has the 2nd valve timing control means which sets up the closed timing of said exhaust air

bulb. The 2nd valve timing control means The control unit of the internal combustion engine according to claim 4 characterized by including the control means corresponding to the period when the lag of the open timing of said intake valve is carried out by said lag control means, and the inhalation of air which controls the closed timing of said exhaust air bulb according to the open timing of said intake valve.

[Claim 18] Said control means corresponding to inhalation of air is the control unit of the internal combustion engine according to claim 17 characterized by setting up the closed timing of said exhaust air bulb so that said intake valve may open after the clausilium of the period when the lag of the open timing of said intake valve is carried out by said lag control means, and said exhaust air bulb, and predetermined crank angle progress.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is concerned with the control unit of the internal combustion engine which carries out optimal control in what is equipped with the valve timing device which can be set as arbitration for the closing motion timing of an intake valve and/or an exhaust air bulb.

[0002]

[Description of the Prior Art] Before, in order to perform starting positive as control at the time of an internal combustion engine's starting, increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption at the time of starting is carried out, and what is controlled is known. As one of the reasons which performs increase-in-quantity amendment, it is mentioned in the time of starting between the colds that the lowness of the engine temperature influences the evaporation degree of a fuel. Some fuels which the evaporation degree of a fuel stops being able to evaporate easily, so that cooling water temperature is low, and are injected from an injector will adhere to an inhalation-of-air path or an intake valve. Thus, since adhesion fuels increased in number by the lowness of engine temperature, in the former, increase-in-quantity amendment of fuel oil consumption was performed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since there was a possibility that the fuel quantity which flows into a combustion chamber when some adhesion fuels dissociate may become unstable when there are many fuels which adhere all over an inhalation-of-air path, combustion was not stabilized but accurate Air Fuel Ratio Control was difficult.

[0004] This invention is being made in view of an above-mentioned problem, reducing the increase-in-quantity amendment currently performed conventionally, and reducing the fuel quantity which adheres all over an inhalation-of-air path, and aims at offering the control unit of the internal combustion engine which can carry out stable Air Fuel Ratio Control.

[0005]

It is [technical problem Means] of a \*\*\*\*\* sake The fuel injection valve which according to invention of claim 1 is arranged in order to inject a fuel, The fuel-oil-consumption control means which controls the injection fuel quantity injected by said fuel injection valve, The open timing and/or the amount of lifts of the intake valve for opening and closing an internal combustion engine's inhalation-of-air path, and said intake valve the bulb adjustment device which can be set as arbitration, and by adjusting said bulb adjustment device according to operational status With the bulb adjustment device which sets up the open timing and/or the amount of lifts of said intake valve, and said bulb adjustment device The open timing and/or the amount of lifts of said intake valve are adjusted so that the inhalation-of-air rate of flow may improve. It has an adhesion fuel reduction means to amend so that the adhesion fuel which adheres said fuel oil consumption to an inhalation-of-air system may be reduced based on the open timing and/or the amount of lifts of the adjusted this intake valve.

[0006] Thereby, since the inhalation-of-air rate of flow improves by the inhalation-of-air system, the adhesion fuel quantity adhering to an inhalation-of-air path can be reduced. For this reason, fuel oil consumption can be reduced and accurate Air Fuel Ratio Control can be realized.

[0007] According to invention of claim 2, in the control device of an internal combustion engine according to claim 1, said bulb adjustment device is equipped with the lag control means which carries out the lag of the open timing of said intake valve, and said adhesion fuel reduction means is amended so that the adhesion fuel which adheres the fuel oil consumption controlled by said fuel-oil-consumption control means to an inhalation-of-air system may be reduced based on the lag of the open timing of said intake valve having

been carried out by said lag control means.

[0008] Thereby, differential pressure arises to the pressure in an inhalation-of-air path, and the pressure of a combustion chamber by carrying out the lag of the open timing of an intake valve. By that of improvement in the inhalation-of-air rate of flow, the fuel quantity adhering to an inhalation-of-air path can be reduced by opening an intake valve, after differential pressure has arisen. Since it can prevent that the part dissociates by reduction of an adhesion fuel, Air Fuel Ratio Control can be carried out with a sufficient precision.

[0009] According to invention of claim 3, in the control unit of an internal combustion engine according to claim 2, it has the fuel-injection-timing control means which controls fuel injection timing of the fuel injected by the fuel injection valve, and when said intake valve begins to open said fuel injection timing by said fuel-injection-timing control means based on the lag of the open timing of said intake valve being carried out by said lag control means, it sets up so that a combustion chamber may be reached.

[0010] For example, if a piston begins to fall across a top dead center after the intake valve has closed, differential pressure will arise to the pressure of an inhalation-of-air path and a combustion chamber. Since the condition that an intake valve began to open is in the condition that differential pressure is the largest, the fuel which flows into a combustion chamber can be stirred good by setting up fuel injection timing so that the fuel injected by the fuel injection valve to this timing may reach.

[0011] According to invention of claim 4, it sets to the control unit of an internal combustion engine according to claim 2 to 3. The closed timing of the exhaust air bulb for opening and closing an internal combustion engine's flueway, and said exhaust air bulb by adjusting the 2nd bulb adjustment device which can be set as arbitration, and said 2nd bulb adjustment device When it has the 2nd bulb adjustment device which sets up the closed timing of said exhaust air bulb and the lag of said intake valve is carried out by said lag control means, the tooth lead angle of the closed timing of said exhaust air bulb is carried out with said 2nd bulb adjustment device.

[0012] If the tooth lead angle of the exhaust air bulb is carried out, the exhaust gas discharged by combustion will remain to a combustion chamber. Usually, by this invention, although there is a possibility that combustion may become unstable by the combustion gas which remained, since the inhalation-of-air rate of flow is raised by carrying out lag control of the intake valve and the gaseous mixture of a combustion chamber is made to stir good, even if it carries out the tooth lead angle of the exhaust air bulb and makes exhaust gas remain, it can prevent that combustion gets worse. Moreover, although harmful matter, such as unburnt HC gas, is contained in the component in exhaust gas, emission can be reduced because these unburnt gas constituents contribute to combustion again.

[0013] According to invention of claim 5, in the control device of the internal combustion engine of any one publication of claim 2 thru/or claim 4, said lag control means is characterized by controlling the open timing of said intake valve to a lag side rather than a top dead center location.

[0014] Thereby, in the condition that the intake valve has closed, since an intake valve is opened after an internal combustion engine's piston crosses a top dead center location, differential pressure arises to the pressure of an inhalation-of-air path, and the pressure of a combustion chamber. The inhalation-of-air rate of flow by which inhalation air flows into a combustion chamber by this differential pressure improves.

[0015] For example, it is desirable to carry out the lag of the open timing of an intake valve so that it may become about this differential pressure more than 30KPa extent.

[0016] According to invention of claim 6, it sets to the control device of an internal combustion engine according to claim 1. Said bulb adjustment device It has the amount control means of valve lifts which controls the amount of lifts of said intake valve in the amount of lifts whose inhalation-of-air rate of flow improves, and sets after an internal combustion engine's starting between the colds. Said adhesion fuel reduction means By control of the amount of lifts of said intake valve, said amount control means of valve lifts amends the fuel oil consumption controlled by said fuel-injection control means based on the inhalation-of-air rate of flow improving so that the adhesion fuel adhering to an inhalation-of-air system may be reduced.

[0017] Since it can prevent that can reduce the fuel quantity adhering to an inhalation-of-air path, some adhesion fuels in an inhalation-of-air path dissociate by reduction of an adhesion fuel, and combustion becomes unstable because this sets the amount of valve lifts as the amount of lifts whose inhalation-of-air rate of flow improves, accurate Air Fuel Ratio Control can be carried out.

[0018] For example, in order to raise the inhalation-of-air rate of flow, it is good to make the amount of valve lifts smaller than the amount of lifts controlled by the usual operational status. By the amount of valve lifts being set up small, since the passage cross section for inhalation air to pass from an inhalation-of-air path to a combustion chamber becomes small, the inhalation-of-air rate of flow can be raised.

[0019] Furthermore, what is necessary is just to make fuel oil consumption small, for example to reduce warming-up increase-in-quantity amendment. Even if it sets up fuel oil consumption small, according to this invention, the fuel quantity adhering to an inhalation-of-air path can be reduced because the inhalation-of-air rate of flow improves. It can prevent some adhesion fuels dissociating and flowing into a combustion chamber by the ability of an adhesion fuel being reduced, and can prevent that combustion becomes unstable.

[0020] According to invention of claim 7, it sets to the control unit of an internal combustion engine according to claim 6. The closed timing of the exhaust air bulb for opening and closing an internal combustion engine's flueway, and said exhaust air bulb by adjusting the 2nd bulb adjustment device which can be set as arbitration, and said 2nd bulb adjustment device When controlled by the amount of lifts which it has [ amount ] the 2nd bulb adjustment device which sets up the closed timing of said exhaust air bulb, and raises the amount of lifts of said intake valve by said amount control means of valve lifts as for the inhalation-of-air rate of flow The tooth lead angle of the closed timing of said exhaust air bulb is carried out with said 2nd bulb adjustment device.

[0021] If the tooth lead angle of the exhaust air bulb is carried out, the exhaust gas discharged by combustion will remain to a combustion chamber. Usually, although there is a possibility that combustion may become unstable by the combustion gas which remained, in this invention, the inhalation-of-air rate of flow can be raised by controlling the amount of lifts of an intake valve. Since the gaseous mixture of a combustion chamber is made to stir good because the inhalation-of-air rate of flow improves, it is controlled that the fuel distribution by the combustion chamber becomes good, and combustion becomes unstable when a flame failure etc. arises. Moreover, although harmful matter, such as unburnt HC gas, is contained in the component in exhaust gas, emission can be reduced because these unburnt gas constituents contribute to combustion again.

[0022] According to invention of claim 8, in the control unit of an internal combustion engine according to claim 6 or 7, it has the fuel-injection-timing control means which controls fuel injection timing of the fuel injected by the fuel injection valve, and fuel injection timing is set up by said fuel-injection-timing control means based on the lag of the open timing of said intake valve being carried out by said lag control means.

[0023] It can set up so that the fuel injected by the injector may reach a combustion chamber by this, when an intake valve begins to open. Thus, since a fuel can be made to flow into a combustion chamber if fuel injection timing is set up when the inhalation-of-air rate of flow is the biggest, the gaseous mixture of a combustion chamber can be stirred good.

[0024] According to invention of claim 9, in the control unit of the internal combustion engine of any one publication of claim 1 thru/or claim 8, it has an ignition plug for flying a spark to an internal combustion engine's combustion chamber, and the ignition timing control means which controls the ignition timing by said ignition plug, and if it is amended so that the fuel which adheres to an inhalation-of-air system with said amendment means may be reduced, the tooth lead angle of the ignition timing will be carried out by said ignition timing control means.

[0025] Since fuel oil consumption is amended so that an adhesion fuel may be reduced, Lean combustion is performed. By the Lean combustion, since torque falls compared with combustion by theoretical air fuel ratio, it can control that torque falls by carrying out the tooth lead angle of the ignition timing so that torque at this rate may be compensated.

[0026] According to invention of claim 10, in the control unit of the internal combustion engine of any one publication of claim 1 thru/or claim 9, it has a water-temperature detection means detect an internal combustion engine's cooling water temperature, and control which amends said fuel oil consumption so that the fuel quantity in which an internal combustion engine's cooling water temperature detected by said water temperature detection means adheres to an inhalation-of-air system with said adhesion fuel reduction means in the range from 0 degree C to about 50 degrees C may be reduced is carried out.

[0027] The evaporation property of a fuel is dependent on temperature in a 0 to about 50 degrees C temperature requirement. If temperature is low, it is hard coming to evaporate, and it will become easy to evaporate as it becomes high. Henceforth [ 50 degree C ], since it stops being dependent on temperature, as for an evaporation property, it is desirable to carry out this invention in an above-mentioned temperature requirement.

[0028] According to invention of claim 11, in the control device of an internal combustion engine according to claim 4 or 7, said adhesion fuel reduction means is equipped with an increase-in-quantity amendment means at the time of the exhaust air bulb tooth lead angle which increases the quantity of said fuel oil consumption.



[0029] When the tooth lead angle of the exhaust air bulb is carried out, in order that the exhaust gas produced by combustion may remain to a combustion chamber, the inhalation air content which flows into the volume of a combustion chamber decreases. Since fuel oil consumption is set up according to an inhalation air content, an inhalation air content decreases because an exhaust gas remains to a combustion chamber, and it has a possibility that fuel oil consumption may run short by setting up the fuel oil consumption according to this. So, when performing tooth-lead-angle control of an exhaust air bulb while carrying out lag control of an intake valve, in order to reduce adhesion fuel quantity, and making exhaust gas remain to a combustion chamber, it can prevent that combustion becomes unstable by carrying out increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption.

[0030] In order to adjust the inhalation air content inhaled at an inhalation-of-air path in the control unit of an internal combustion engine according to claim 11 according to invention of claim 12 The throttle valve arranged all over an inhalation-of-air path, and the throttle-valve control means which adjusts said throttle valve according to operational status, When said amendment means has amended compared with the amendment for reducing an adhesion fuel so that the quantity of said fuel oil consumption may be increased, the opening of the throttle valve controlled by said throttle-valve control means is controlled so that the quantity of said inhalation air content is increased.

[0031] It is desirable to set to the side which opens the opening of a throttle valve, and to amend an inhalation air content greatly as mentioned above, by setting up the amount of lifts of an intake valve small especially, by this, since there is a possibility that inhalation air contents may run short when the inhalation-of-air cross section of the inhalation-of-air path to a combustion chamber becomes small.

[0032] In addition, in the internal combustion engine with which it has an idle speed control valve, the control bulb of an idle speed control valve may amend an inhalation air content here.

[0033] According to invention of claim 13, it has a starting judging means to judge an internal combustion engine's starting, and the middle maintenance device in which it was suitable for starting in the timing of said intake valve at the time of an internal combustion engine's starting, and if judged with the internal combustion engine having put said lag control means into operation with said starting judging means, the lag of the open timing of said intake valve will be carried out from said predetermined open timing regulated by said middle maintenance device at the time of an internal combustion engine's starting.

[0034] Since the intake valve has closed even if a piston falls across an inhalation-of-air top dead center by carrying out a lag from the timing of the intake valve held by the middle maintenance device by this after an internal combustion engine's starting is judged, a combustion chamber can be greatly set as negative pressure. Therefore, when big differential pressure arises to the pressure in an inhalation-of-air path, and the pressure of a combustion chamber and an intake valve opens, the inhalation-of-air rate of flow in an inhalation-of-air path improves. And the adhesion fuel quantity which adheres all over an inhalation-of-air path can be reduced because the inhalation-of-air rate of flow improves.

[0035] According to invention of claim 14, in the control unit of an internal combustion engine according to claim 2, when a catalyst does not carry out warming up and an internal combustion engine is in standby mostly, an internal combustion engine judges that it is half-standby. Here, after an engine halt, after cooling water temperature begins to fall, the time of an internal combustion engine being in standby mostly is in the condition that the internal combustion engine was restarted, before having fallen.

[0036] In such a case, since startability is stabilized compared with the time of starting between the colds, when carrying out the lag of the open timing of an intake valve, even if a charging efficiency worsens, it can start enough. Moreover, since the inhalation-of-air rate of flow becomes early and atomization of a fuel improves, the combustion condition of a fuel becomes good and can improve the emission at the time of starting.

[0037] Moreover, since the lag of the open timing of an intake valve is already carried out at the time of starting, ignition lag control for catalyst early warming up can be immediately performed after starting.

[0038] The catalytic converter which is arranged all over an internal combustion engine's flueway, and purifies the harmful gas component in exhaust gas does not carry out warming up of said standby detection means, and when an internal combustion engine is standby mostly, it is good according to invention of claim 15, to detect that an internal combustion engine is half-standby. Moreover, if an internal combustion engine's half-standby is detected with a sufficient precision when at least one of the addition values of an internal combustion engine's cooling water temperature, the elapsed time after internal combustion engine starting, an intake-air temperature, and internal combustion engine rotational speed is used for said half-standby detection means by that of claim 16, things will more specifically be made.

[0039] Moreover, in the control unit of an internal combustion engine according to claim 15, an internal



combustion engine's half-standby is detectable with a sufficient precision like invention of claim 16 by using at least one of the addition values of an internal combustion engine's cooling water temperature, the elapsed time after internal combustion engine starting, an intake-air temperature, and an internal combustion engine rotational frequency for an internal combustion engine's half-warming up.

[0040] According to invention of claim 17, the 2nd valve timing control means controls the closed timing of said exhaust air bulb according to the period and the open timing of an intake valve that the lag control means carries out the lag of the open timing of an intake valve.

[0041] When the lag of the open timing of an intake valve is carried out by this, according to the open timing of an intake valve, the closed timing of the optimal exhaust air bulb can be set up.

[0042] Usually, even if an exhaust air bulb closes the valve, few clearances produce a predetermined period between an exhaust air bulb and a cylinder. In case the lag of the open timing of an intake valve is carried out like this invention and negative pressure is generated in a cylinder, it is greatly influenced of this clearance.

[0043] Then, if it is made to set up like invention according to claim 18 so that said intake valve may open the closed timing of an exhaust air bulb after the clausilium of said exhaust air bulb, and predetermined crank angle progress, since the condition that the exhaust air bulb and the cylinder sealed certainly can be made, negative pressure can be efficiently generated in a cylinder by carrying out the lag of the closed timing of an intake valve.

[0044]

[Embodiment of the Invention] The 1st example which materialized this invention is explained according to a drawing below the <1st example>. Drawing 1 is the whole block diagram showing the engine control system concerning the 1st example of the gestalt of this operation.

[0045] In drawing 1, an engine 1 consists of a jump-spark-ignition-type four-cycle Taki cylinder internal combustion engine, and the inlet pipe 2 and the exhaust pipe 3 are connected to the suction port and exhaust air port, respectively. While the throttle valve 4 interlocked with the accelerator pedal which is not illustrated is formed, the intake-pressure sensor 29 for detecting the pressure of inhalation air is arranged by the inlet pipe 2. The opening of a throttle valve 4 is detected by the throttle sensor 20, and according to this sensor 20, the condition of a throttle close by-pass bulb completely is also combined, and it is detected.

[0046] In the cylinder 6 which constitutes the gas column of an engine 1, the piston 7 which reciprocates in the vertical direction of drawing is arranged, and this piston 7 is connected with the crankshaft which is not illustrated through a connecting rod 8. The combustion chamber 10 divided by the cylinder 6 and the cylinder head 9 is formed above a piston 7, and the combustion chamber 10 is open for free passage to said inlet pipe 2 and exhaust pipe 3 through an intake valve 11 and the exhaust air bulb 12. The coolant temperature sensor 17 for detecting the temperature of an engine cooling water is arranged by the cylinder 6 (engine water jacket).

[0047] Two catalytic converters 13 and 14 are arranged by the exhaust pipe 3, and these catalytic converters 13 and 14 consist of a three way component catalyst for purifying three components called HC, CO, and NOx in exhaust gas. Compared with the catalytic converter 14 of the downstream, the capacity is small and, as for the catalytic converter 13 of the upstream, warming up immediately after engine starting has a role of the so-called, comparatively early start catalyst. In addition, the catalytic converter 13 of the upstream is formed in the location of about 300mm from an engine exhaust air port end face.

[0048] The A/F sensor 15 which consists of a limiting current type air-fuel ratio sensor is formed, in proportion to the oxygen density in exhaust gas (or concentration of the carbon monoxide in a unburnt gas), it is a wide area and this A/F sensor 15 outputs a linear air-fuel ratio signal to the upstream of a catalytic converter 14. Moreover, O2 sensor 16 which outputs a voltage signal which is different by the rich and Lean side bordering on theoretical air fuel ratio (SUTOIKI) is formed in the downstream of this catalytic converter 14.

[0049] electromagnetism -- a high-pressure fuel is supplied to the drive-type injector 18 from the fuel-supply system which is not illustrated, and an injector 18 carries out injection supply of the fuel with energization at an engine suction port. The multipoint injection (MPI) system which has every one injector 18 for every branch pipe of an inlet manifold consists of this examples. The ignition plug 19 arranged by the cylinder head 9 ignites with the high voltage for ignition supplied from the ignitor which is not illustrated.

[0050] In this case, the injection fuel by the new mind and the injector 18 which are supplied from the inlet-pipe upstream is mixed in an engine suction port, and that gaseous mixture flows in a combustion chamber 10 with valve-opening actuation of an intake valve 11. The fuel which flowed in the combustion chamber 10 is lit with the ignition sparks by the ignition plug 19, and combustion is presented with it.

[0051] Drive connection of the inspired air flow path cam shaft 21 for making an intake valve 11 open and close to predetermined timing and the exhaust side cam shaft 22 for making the exhaust air bulb 12 open and close to predetermined timing is carried out through the timing belt which is not illustrated at a crankshaft. The inspired air flow path adjustable valve timing device 23 of a hydraulic-drive type is formed in the inspired air flow path cam shaft 21, and the exhaust side adjustable valve timing device 24 of a hydraulic-drive type is established as well as the exhaust side cam shaft 22.

[0052] An inspired air flow path and the exhaust side adjustable valve timing devices 23 and 24 are established as a phase adjustment type adjustable valve timing device for adjusting the relative rotation phase between an inspired air flow path and the exhaust side cam shafts 21 and 22, and a crankshaft, respectively, and the actuation is adjusted according to the oil pressure control by the solenoid valve which is not illustrated. That is, according to the controlled variable of an inspired air flow path and the exhaust side adjustable valve timing devices 23 and 24, an inspired air flow path and the exhaust side cam shafts 21 and 22 rotate to a lag or tooth-lead-angle side to a crankshaft, and the closing motion stage of inhalation of air and the exhaust air bulbs 11 and 12 shifts to a lag or tooth-lead-angle side to compensate for the actuation.

[0053] The inspired air flow path cam location sensor 25 for detecting the rotation location of this cam shaft 21 is formed in the inspired air flow path cam shaft 21, and the exhaust side cam location sensor 26 for detecting the rotation location of this cam shaft 22 is formed in the exhaust side cam shaft 22.

[0054] The electronic control (ECU) 30 is constituted centering on the microcomputer which consists of CPU31, ROM32, RAM33, and backup RAM34 grade. ECU30 inputs each detecting signal of the above mentioned intake-pressure sensor 29, the A/F sensor 15, O<sub>2</sub> sensor 16, a coolant temperature sensor 17, the throttle sensor 20, and the cam location sensors 25 and 26, and detects engine operation conditions, such as an air-fuel ratio (A/F) of the inhalation air content Q<sub>a</sub>, the catalyst upstream, and the downstream, the engine water temperature T<sub>w</sub>, throttle opening, and a cam location, based on each detecting signal. Moreover, in addition to this, the criteria location sensor 27 which outputs a pulse signal for every 720-degreeCA, and the angle-of-rotation sensor 28 which outputs a pulse signal for every (every [ for example, ] 30-degreeCA) finer crank angle are connected, and ECU30 inputs the pulse signal from each [ these ] sensors 27 and 28 into ECU30, and detects a criteria crank location (G signal) and an engine speed N<sub>e</sub> to it.

[0055] ECU30 controls the closing motion stage of the control of fuel injection by the injector 18, control of the ignition timing by the ignition plug 19, and the pumping bulbs 11 and 12 by the adjustable valve timing devices 23 and 24 based on various kinds of engine operation conditions detected like the above.

[0056] Next, the flow chart of Maine in the gestalt of this operation is explained using drawing 2. First, it is judged whether the ignition switch (it is described as IG-SW below.) was turned on at step S101. If IG-SW is not turned on, this routine is ended as it is. On the other hand, if it is detected that IG-SW was turned on at step S101, it will progress to step S102, and it is judged whether an internal combustion engine's cooling water temperature is the predetermined range. What is necessary is just to perform the usual control, since the evaporation property of a fuel stops being dependent on temperature when from 0 degree C to about 50 degrees C are desirable and exceeds about 50 degrees C as predetermined range. In addition, what is necessary is just to set up the predetermined range according to the evaporation property of the fuel instead of what is limited to about 50 degrees C which adheres in an inhalation-of-air path. Moreover, the effect of the rate of heavy of a fuel etc. may also be considered at this time.

[0057] Here, if judged with cooling water temperature being except a predetermined temperature requirement, in order to perform the usual control, it progresses to step S106 thru/or step S108. At step S106, the target open timing VT 2 of the intake valve 11 according to operational status is computed. As the calculation approach of the target open timing VT 2, it is good by the calculation approach learned conventionally. If the target open timing VT 2 is computed at step S106, it will progress to step S107. At step S107, fuel injection duration TAU<sub>2</sub>, fuel injection timing 2, ignition timing theta<sub>ig2</sub>, etc. are computed by the approach conventionally learned according to an engine load. As a load, it is with engine MAP P<sub>M</sub> and rotational speed N<sub>e</sub>, and the controlled variable which serves as the base according to this load is computed, various amendments are performed according to open and close timing, such as other loads, and operational status, an intake valve, and a final controlled variable is computed, for example. And at step S108, feedback control is performed and this routine is ended so that the open timing of an intake valve 11 may be in agreement with target open timing. As feedback control, the PID control known conventionally is sufficient, and modern control may be used. Moreover, opening control may be used instead of feedback control.

[0058] On the other hand, if judged with engine temperature being less than the predetermined range at step

S102, it will progress to step S103 and the target open timing of the intake valve 11 according to cooling water temperature will be set up. The target open timing VT 1 of an intake valve 11 is set up so that the inhalation-of-air rate of flow may be improved at the time between the colds. It is carrying out the lag of the open timing rather than the usual open position, and since the intake valve 11 has closed even if the piston 7 fell from TDC, more specifically, differential pressure arises in cylinder indoor 10 and the inhalation-of-air path 2. Since differential pressure becomes large so that the amount of lags of an intake valve 11 is large, when an intake valve 11 opens, the big inhalation-of-air rate of flow will arise. The big inhalation-of-air rate of flow can occur that it is the timing which 30KPa extent generates as differential pressure, and the open timing of an intake valve 11 can evaporate the fuel which adheres in the inhalation-of-air path 2 with sufficient high rate. Moreover, if combustion stability etc. is considered on the occasion of a setup of the open timing of an intake valve 11, it will not restrict to this.

[0059] Thus, a setup of the target open timing VT 1 computes the fuel injection duration TAU1 according to the open timing of an intake valve 11, fuel injection timing 1, and ignition timing thetaig1 at step S104. (The detail of this step S104 is mentioned later.) And if fuel injection duration TAU1, fuel injection timing 1, and ignition timing thetaig1 are set up, at step S105, feedback control will be carried out so that the real open timing of an intake valve 11 may be in agreement to target open timing, and this routine will be ended. As feedback control, the PID control known conventionally is sufficient, and modern control may be used. Moreover, opening control may be used instead of feedback control. Next, the flow chart for computing the fuel injection timing according to the open timing of an intake valve 11 as a subroutine of step S104 of drawing 2 is explained according to drawing 3. Synchronizing with the signal input from the crank angle sensor which is not illustrated among the various processings performed by ECU30, interrupt processing of the flow chart of drawing 3 is carried out to every 30[\*\*CA]. In addition, suppose that fuel injection timing is the fuel-injection initiation timing by the injector 18 in the following explanation.

[0060] First, the open timing of an intake valve 11 is detected at step S201, and it progresses to step S202. At step S202, a tooth-lead-angle and lag side is judged for the open timing of an intake valve 11 from TDC. When the open timing of an intake valve 11 is a lag side from TDC, it progresses to step S203. At step S203, the fuel injection timing according to the open timing of an intake valve 11 is computed on a map, and ends this routine.

[0061] In addition, since the inhalation-of-air rate of flow is in the condition whose aperture start of an intake valve 11 is improving most when the open timing of an intake valve 11 is a lag side from TDC, fuel injection timing is set up so that a fuel may arrive at the intake valve 11 neighborhood at the open timing of an intake valve 11. According to the map shown in step S203 in consideration of this, when the open timing of an intake valve 11 is TDC, fuel injection timing is BTDC30"CA and it is the map on which the lag also of the fuel injection timing is carried out according to the lag of the open timing of an intake valve 11 being carried out. If it judges that an intake valve 11 is a lag side rather than TDC, fuel injection timing will be set up according to the open timing of an intake valve 11. As mentioned above, since the inhalation-of-air rate of flow is improving when the open timing of an intake valve 11 is set to a lag side from TDC, fuel injection timing is set up so that a fuel may arrive at the combustion chamber 10 neighborhood to this timing. Thus, by setting up, since a fuel is stirred good in a combustion chamber 10, combustion stabilized by combustion in the Lean air-fuel ratio field can be performed.

[0062] On the other hand, if the open timing of an intake valve 11 is a tooth-lead-angle side from TDC, it will progress to step S204, and the fuel injection timing according to the open timing of an intake valve 11 is computed on a map, and ends this routine. On this map, when the open timing of an intake valve 11 is TDC, fuel injection timing is set as BTDC30"CA, and it is set up so that the tooth lead angle also of the fuel injection timing may be carried out, as the open timing of an intake valve 11 carries out a tooth lead angle rather than TDC.

[0063] Next, the flow chart for computing the fuel injection duration TAU1 according to the open timing and fuel injection timing of an intake valve 11 which were set up as mentioned above is explained according to drawing 4. The flow chart of drawing 4 shows the main routine for the fuel-injection control performed during operation of an internal combustion engine 1 among the various processings performed by ECU30, and interrupt processing is carried out to every 30[\*\*CA] synchronizing with the signal input from a crank angle sensor.

[0064] First, each input signal from the intake-pressure sensor 29, a coolant temperature sensor 17, a crank angle sensor, etc. is incorporated at step S301. Next, it shifts to step S302 and the engine rotational speed Ne is computed from the input signal (pulse number per unit time amount) of the crank angle sensor which is not illustrated. Next, it shifts to step S303 and an intake pressure PM is computed from the input signal of

the intake-pressure sensor 23 as a load in an internal combustion engine's 1 operational status. Next, it shifts to step S304 and the basic fuel injection duration TP is computed by the degree type (1) from the engine rotational speed Ne and MAP PM which were computed.

[0065]

[Equation 1]  $TP=f(NE, PM) \dots (1)$

Next, the below-mentioned transient correction factor FAEW is computed by shifting to step S305. Next, it shifts to step S306 and the last fuel injection duration TAU is computed by the degree type (2) based on the correction factor according to the cooling water temperature computed by another routine of the transient correction factor FAEW and the air-fuel ratio feedback correction factor FAF which were computed at step S305, or others etc.

[0066]

[Equation 2]

$TAU1=TP \times (1+FAF+--) \times FAEW \dots (2)$

Next, it shifts to step S307, and drive control of the injector 18 of the predetermined gas column distinguished by the input signal of a crank angle sensor is carried out, predetermined fuel oil consumption is supplied, and this routine is ended.

[0067] Next, it explains based on the flow chart of drawing 5 which shows the procedure of the transient correction factor FAEW calculation computed at step S305 of the flow chart of drawing 4. Synchronizing with the signal input of a crank angle sensor, interrupt processing also of this flow chart is carried out to every 30[\*\*CA] like an above-mentioned fuel-injection control routine.

[0068] First, the warming-up increase-in-quantity correction factor K1 is set up at step S401 on the map based on the output value Thw acquired by the coolant temperature sensor 17. In an internal combustion engine's starting between the colds, since engine temperature is low, warming-up increase-in-quantity amendment is performed so that a flame failure may not occur in consideration of fuel quantity, friction of vertical motion of a piston, etc. which adhere in the inhalation-of-air path 2. The warming-up increase-in-quantity correction factor K1 performed here is a correction factor aiming at the fuel increase in quantity after starting known conventionally.

[0069] Next, a correction factor 2 is set up at step S402. A correction factor K2 is set up based on the flow chart shown in drawing 6. In this flow chart, the correction factor K2 according to fuel injection timing is set up. First, the real open timing of an intake valve 11 is detected at step S501, and it progresses to step S502. And at step S502, the correction factor K2 for a map to amend fuel injection duration TAU1 based on the detected real open timing is computed. According to this map, it is amended so that fuel injection duration TAU1 may become short, when the real open timing of an intake valve 11 is a lag side from TDC, and when real open timing is TDC, it is set up so that it may not be amended. Thus, the reason to amend is for the inhalation-of-air rate of flow to improve by the differential pressure produced in the inhalation-of-air path 2 and a combustion chamber 10, so that the lag of the open timing of an intake valve 11 is carried out. If the inhalation-of-air rate of flow improves, since the fuel quantity which adheres all over an inhalation-of-air path can be reduced, accurate Air Fuel Ratio Control can be carried out. Moreover, when the open timing of an intake valve 11 is a tooth-lead-angle side, a correction factor K2 is set up so that fuel injection duration TAU may become long.

[0070] Although set up based on the real open timing of an intake valve 11 as mentioned above, a correction factor K2 may be set up according to fuel injection timing 1, as shown in drawing 7. Drawing 7 is a map which sets up a correction factor K2 according to fuel injection timing, and when fuel injection timing is ATDC30"CA, it sets up 1 as a multiplier for not amending. A small value is set as a correction factor K2 so that the lag of the fuel injection timing 1 is carried out, and fuel injection duration TAU1 may be shortened. Moreover, when fuel injection timing is a tooth-lead-angle side from ATDC30"CA, it sets up so that fuel injection duration TAU1 may become long. Since fuel injection timing 1 is set up according to the open timing of an intake valve 11, it can also set up the correction factor K2 of fuel injection duration TAU1 based on fuel injection timing.

[0071] And if a correction factor K2 is set up as mentioned above, it will progress to step S403, and the transient correction factor FAEW is computed according to a degree type (3), and this routine is ended.

[0072]

[Equation 3]  $FAEW=K1 \times K2 \dots (3)$

Below, the calculation of ignition timing thetaig performed in step S104 of the flow chart of drawing 2 is explained to a detail using the flow chart of drawing 9. First, at step S601, engine-speed Ne, the pressure-of-induction-pipe force PM, the engine water temperature Thw, and the real open timing of an intake valve 11

are read. A next step reads engine-speed Ne, the pressure-of-induction-pipe force PM, the engine water temperature Thw, and the real open timing of an intake valve 11 at step S601, and an engine speed Ne, and the pressure-of-induction-pipe force PM and the engine water temperature Thw are because it becomes the parameter which computes a fundamental-points fire stage and the real open timing of an intake valve 11 serves as a parameter which computes the correction value of a fundamental-points fire stage. At step S602, an engine speed Ne judges whether it is 400 or more rpm, at i.e., the time of starting. In order to stabilize combustion at the time of starting, \*\*\*\*\* at the time of starting is judged at step S602 because it is necessary to carry out the lag of the ignition timing and to compute the ignition timing according to lag control of an intake valve 11 after starting on the other hand. If judged with Yes at step S602, it will shift to step 608, and fixed-point fire stage thetaconst beforehand set up at step S608 is stored in the predetermined address, and this routine is ended. If judged with no at step S602, it will shift to step S603, and the sensor output of a throttle position sensor is read at step S603, and a throttle valve judges whether it is a close by-pass bulb completely, i.e., an idle. At step S603, if judged with Yes, it will shift to step S605, and fundamental-points fire stage thetaBSE is computed from the property Fig. of the engine speed Ne and fundamental-points fire stage thetaBSE which are shown in drawing 13 at step S605, and it shifts to step S606. If judged with no at step S603, it will shift to step S604, and fundamental-points fire stage thetaBSE is computed from the map of the pressure-of-induction-pipe force PM beforehand memorized by ROM30b and an engine speed NE, and it shifts to step S606. At step S606, correction value thetaBLB is computed from the property Fig. of the engine water temperature Thw shown in drawing 10, and the real open timing of an intake valve 11, and it shifts to step S607. According to the property Fig. shown in drawing 10, correction value thetaBLB becomes small as engine water temperature becomes high. The value which added correction value thetaBLB according to the real open timing of an intake valve 11 from fundamental-points fire stage thetaBSE at step S607 is made into new ignition timing, this value is stored in the predetermined address, and this routine is ended.

[0073] In the gestalt of this operation, since the inhalation-of-air rate of flow can be raised by carrying out the lag of the open timing of an intake valve 11, the adhesion fuel which adheres in an inhalation-of-air path can be reduced. Since the conventional warming-up increase-in-quantity amendment can be reduced by reduction of an adhesion fuel, accurate Air Fuel Ratio Control can be performed and the control precision after starting can be raised.

[0074] The timing chart when carrying out the gestalt of this operation is explained using (a) of drawing 12 thru/or (f). In drawing 12 (a), the engine speed Ne is shown and it gets down, and after IG-SW is turned on (the inside of drawing, t0), it will be in a cranking condition. Then, first \*\* is performed, and if about 400 rpm is reached as a predetermined rotational speed Ne, a starting judging (the inside of drawing, t1) will be performed. Then, it is set as the predetermined idle rotational speed Ne. Thus, if engine starting is performed, as shown in drawing 12 (b), engine cooling water temperature rises. With the gestalt of this operation, this engine cooling water temperature is performed in the range of 50-degree-C [ 0 degree C to ] (inside of drawing, t3) extent. The open timing of an intake valve 11 shows by drawing 12 (d). The bulb adjustment device in which the open timing of an intake valve 11 is set as arbitration cannot change timing of a bulb until this oil pressure rises to predetermined oil pressure, since it drives with oil pressure. about [ for this reason, / from after starting ] -- 4- 5 seconds pass, and if oil pressure which can drive a bulb adjustment device is reached (the inside of drawing, t2), lag control of an intake valve 11 will be started. In the conventional starting control, as shown in the dotted line B in drawing, it is set up so that an intake valve 11 may open by the tooth-lead-angle side. On the other hand, with the gestalt of this operation, as shown in the continuous line A in drawing, the inhalation-of-air rate of flow is raised by making the pressure of an inhalation-of-air path and a combustion chamber produce differential pressure by opening an intake valve by the lag side. At this time, a fuel flows into a combustion chamber in the condition that the inhalation-of-air rate of flow is improving by setting the timing to which the fuel injected reaches a combustion chamber as the timing which an intake valve 11 opens as shown in drawing 12 (e). The fuel which flowed enables combustion stabilized since it stirred good by the combustion chamber. In addition, since fuel injection duration TAU1 is amended with the gestalt of this operation at this time so that it may become short, the fuel quantity adhering to an inhalation-of-air path can be reduced, and accurate Air Fuel Ratio Control can be carried out. Furthermore, as shown in drawing 12 (c), torque is raised by carrying out the tooth lead angle of the ignition timing as compared with the conventional ignition timing shown by the dotted line all over drawing.

[0075] As mentioned above, in 0 to 50 degrees C, engine temperature carries out the lag of the open timing of an intake valve 11, and performs control of fuel injection timing and ignition timing according to this.



Furthermore, Air Fuel Ratio Control stabilized as fuel injection duration TAU1 was shown in drawing 12 (f) by shortening at this time is realizable.

[0076] With the gestalt of this operation, the basic injection quantity is set up so that an air-fuel ratio may become near SUTOIKI. Although increase-in-quantity amendment conventionally known in order to stabilize combustion is performed after starting, the inhalation-of-air rate of flow is raised by carrying out lag control of the intake valve. For this reason, since the adhesion fuel which adheres all over an inhalation-of-air path can be reduced, accurate Air Fuel Ratio Control can be carried out. Moreover, since the fuel which flows into a combustion chamber because the inhalation-of-air rate of flow improves is stirred good at a combustion chamber, the distribution bias of a fuel can be reduced, stable combustion can be performed, and aggravation of DORABIRI by a flame failure etc. can also be prevented.

[0077] Moreover, also when it controls by air-fuel ratio Lean, it is possible to apply the gestalt of this operation. In this case, based on the pressure-of-induction-pipe force  $P_e$  and an engine speed  $N_e$ , the basic injection quantity TP is set up so that it may become a Lean air-fuel ratio, and increase-in-quantity amendment according to cooling water temperature which is known conventionally is performed. By carrying out the lag of the intake valve at this time, since the inhalation-of-air rate of flow is raised, adhesion \*\*\*\* which adheres all over an inhalation-of-air path can be reduced. Since the cause by which the air-fuel ratio of some adhesion fuels dissociating gets worse by reduction of an adhesion fuel is reduced, accurate Air Fuel Ratio Control can be carried out. In the Lean combustion, as compared with SUTOIKI control, since fuel oil consumption is small, it is controlled that an air-fuel ratio becomes unstable with an adhesion fuel. Especially, in the Lean combustion, since it is easy to produce torque fluctuation, by controlling like the gestalt of this operation, it can carry out, after the accurate Lean combustion starting, and aggravation of DORABIRI, such as torque fluctuation, can be prevented.

[0078] the gestalt of this operation -- setting -- a fuel-oil-consumption control means -- steps 104 and 107 of the flow chart of drawing 2 -- a bulb adjustment device -- steps 105 and 108 of the flow chart of drawing 2 - - an adhesion fuel reduction means -- step 502 of drawing 6 -- a fuel-injection-timing control means is made into the flow chart of drawing 3, and a lag control means makes considerable [ of the water temperature detection means ] to a coolant temperature sensor 17, respectively, and functions on step 105 of drawing 2.

[0079] In the 1st example of <the 2nd example>, Air Fuel Ratio Control stabilized by reducing warming-up increase-in-quantity amendment of a fuel, carrying out the lag of the open timing of an intake valve 11 for the purpose of the improvement in precision of fuel-injection control, and carrying out the tooth lead angle of the ignition timing was made possible. The reason in which accurate Air Fuel Ratio Control is possible is that it can reduce the adhesion fuel adhering to an inhalation-of-air path since the inhalation-of-air rate of flow improves by carrying out the lag of the open timing of an intake valve 11.

[0080] The exhaust gas discharged by the flueway is made to flow back to a combustion chamber again by setting the closing motion timing of an exhaust air bulb as adjustable with the gestalt of this operation (it is henceforth described as internal EGR.). Emission can be reduced by making an exhaust gas remain to a combustion chamber, and making the unburnt gas constituents in an exhaust gas contribute to combustion again by performing this control during lag control of the intake valve 11 carried out in the 1st example.

[0081] A setup of the target close timing of the exhaust air bulb 12 is explained using the flow chart of drawing 14. It is judged whether lag control of an intake valve 11 is carried out at step S701. Here, this routine will be ended if judged with lag control of an intake valve 11 not being carried out. On the other hand, if judged with lag control carrying out, it will progress to step S702 and the real open timing of an intake valve 11 will be detected. And at step S703, if it responds to the real open timing of an intake valve 11, the target close timing of the exhaust air bulb 12 is set up. If the amount of lags of an intake valve 11 is small as shown in drawing 15, the target close timing of the exhaust air bulb 12 will be set as a small value, and if the amount of lags of an intake valve 11 is large, the target close timing of the exhaust air bulb 12 will be set as a big value. Moreover, since internal EGR increases so that a tooth lead angle is carried out, when the tooth lead angle of the target close timing of the exhaust air bulb 12 is carried out greatly, it has the concern to which combustion gets worse. Then, you may make it prepare a predetermined guard in the amount of tooth lead angles of the exhaust air bulb 12.

[0082] Thus, by controlling the exhaust air bulb 12 in the 1st example, the combustion stabilized even if it made the amount of internal EGR increase can be secured, and emission can be reduced. In addition to the gestalt of the 1st operation, in the flow chart of drawing 11 explained below, the correction factor FAEW according to the closed timing of the exhaust air bulb 12 is computed. (A correction factor FAEW is a correction factor for amending fuel injection duration TAU.) The same sign is given to the same part as the 1st example, explanation is omitted, and a different part is explained to a detail.

[0083] First, at step S401 thru/or step S402 of drawing 11, correction factors K1 and K2 are computed like the 1st example. And it progresses to step S703 and the correction factor K3 according to the closed timing of the exhaust air bulb 12 as shown in drawing 8 is computed. If a correction factor K3 has the small amount of tooth lead angles of the exhaust air bulb 12, it will be set as a small value, and if the amount of tooth lead angles of the exhaust air bulb 12 is large, it will be set as a big value. In addition, in drawing 8, the amount of tooth lead angles of the exhaust air bulb 12 is fixing to a fixed value in the place beyond the predetermined amount of tooth lead angles. This reason is for preventing that the amount of internals EGR increases by setting up greatly the amount of tooth lead angles of the exhaust air bulb 12, and combustion gets worse.

[0084] Thus, emission can be reduced by carrying out the tooth lead angle of the exhaust air bulb 12 in the 1st example, without combustion getting worse.

[0085] In this example, the 2nd bulb adjustment device corresponds and functions on the flow chart of drawing 14.

[0086] The <3rd example>, next the 3rd example of this invention are explained. In the 2nd example, when setting up the closed timing of the exhaust air bulb 12, it aimed at reducing emission by making a combustion chamber re-inhale the unburnt HC gas contained in the combustion gas discharged all over a flueway, and making it contribute to combustion again. That is, based on the open timing of an intake valve 11, the closed timing of the exhaust air bulb 12 was set up so that the amount of overlap might be prepared, and thereby, the combustion chamber was made to re-inhale combustion gas. On the other hand, in this example, it has the description to set up the closed timing of the exhaust air bulb 12 so that an intake valve may open after the clausilium of the period when the lag of the open timing of an intake valve 11 is carried out, and the exhaust air bulb 12, and predetermined crank angle (for example, 20-degreeCA) progress.

[0087] Usually, it is \*\*\*\*\* from which few clearances produce a predetermined period between the exhaust air bulb 12 and a cylinder even if the exhaust air bulb 12 closes the valve. Since the clearance has produced it especially even if it sets up the closed timing of the exhaust air bulb 12 so that the period which the intake valve 11 and the exhaust air bulb 12 are opening to coincidence may be lost, sufficient negative pressure for a combustion chamber cannot be obtained. Therefore, there is a possibility that combustion may become unstable, without the inhalation-of-air rate of flow improving even if it carries out loss-in-quantity amendment of the fuel oil consumption, when the lag of the open timing of an intake valve 11 is carried out like the 1st example.

[0088] On the other hand, the condition that the exhaust air bulb 12 and the cylinder sealed certainly can be made from this example by setting the closed timing of the exhaust air bulb 12 to 20-degreeCA extent tooth-lead-angle side rather than the open timing of an intake valve 11 as mentioned above. Therefore, combustion stabilized even if it could generate negative pressure in the cylinder efficiently and carried out loss-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by carrying out the lag of the closed timing of an intake valve 11 by setup of the closed timing of the exhaust air bulb 12 in this example can be aimed at. In addition, target open timing of an intake valve 11 is made into the target close timing VH and fuel injection timing Ftmg of VT and the exhaust air bulb 12, and this example explains other parameters noting that it is the same as that of the 1st example.

[0089] Hereafter, it explains to a detail. Since the whole configuration, the configuration of ECU, etc. are the same as the 1st example, explanation is omitted. First, the contents of the program are explained about control of this example using the flow chart of drawing 17. This program is a program started for whenever [ predetermined crank angle / of the crankshaft which an engine 1 does not illustrate / every ]. First, after an engine 1 drives by cranking at step S801, it is judged whether engine starting was completed. As a judgment of the completion of starting, it becomes criteria whether the engine speed Ne exceeded 400rpm or 1000rpm as a predetermined rotational frequency, for example. Here, when the engine speed Ne is not over 400rpm, it progresses to step S802. At step S802, as control at the time of starting, while setting the closed timing of the exhaust air bulb 11 to a tooth-lead-angle side, a fixed position is set up as open timing of an intake valve 11. In the case of this example, the mid-position stopper which is not illustrated is formed in inhalation-of-air adjustable valve timing device 25a, and the open timing of an intake valve 11 is mechanically fixed for example, to inhalation-of-air BTDC5"CA.

[0090] The reason for setting the closed timing of the exhaust air bulb 12 to a tooth-lead-angle side is as follows. When the intake valve 11 and the exhaust air bulb 12 are opening to coincidence, the control to which the combustion gas discharged by the flueway 7 is made to supply to a combustion chamber again is known. This control is the so-called EGR control which the combustion gas discharged all over the flueway is made to contribute to combustion again. However, since the amount of re-inhalation is decided by



differential pressure of the pressure in an inhalation-of-air path, and the pressure in a flueway, like [ at the time of starting ], by the operational status from which the big negative pressure as a pressure in an inhalation-of-air path is not obtained, the re-inhalation amount of combustion products by EGR control cannot make sufficient combustion gas for a combustion chamber able to re-inhale, and cannot acquire the EGR effectiveness of making the unburnt HC gas contained in combustion gas contribute to combustion again. For this reason, at the time of starting from which the big negative pressure as a pressure in an inhalation-of-air path is not obtained, it aims at confining combustion gas in a combustion chamber and acquiring the EGR effectiveness by setting the closed timing of the exhaust air bulb 12 to a tooth-lead-angle side rather than inhalation of air TDC. Moreover, at this time, the usual ignition timing is set as ignition timing at the time of starting, and this routine is ended.

[0091] On the other hand, when judged with starting having been completed at step S801, it progresses to step S803. At step S803, it is judged whether the execution condition of catalyst early warming up is satisfied. As this execution condition, it is whether the engine water temperature Thw is a predetermined temperature requirement. As this predetermined temperature requirement, the temperature requirement from -10 degrees C to 80 degrees C as standby is desirable as a circulating water temperature which is not very low temperature for example. Here, if an early warming-up execution condition is satisfied, it will progress to step S804. At step S804, the value which carries out a specified quantity lag as ignition timing is set, and it progresses to step S805. At step S805, after an engine 1 starts, it is judged whether it is in predetermined time \*\*. Here, predetermined time \*\* is a period when combustion improves at and an afterburning occurs.

[0092] An exhaust-gas temperature is 800 degrees C or more as beyond predetermined temperature, and the air-fuel ratio of the conditions according to which an afterburning is materialized is 15 or more as predetermined Lean. In addition, about fuel-injection control, it mentions later. Since a high oxygen density and high temperature exist all over a flueway when such conditions are satisfied, the unburnt HC gas contained in the combustion gas discharged by the flueway causes oxidation reaction, and is purified.

[0093] Here, it progresses that it is in predetermined period \*\* to step S806, and overlap control is performed. Overlap control is control for acquiring the EGR effectiveness, and is the same control as above-mentioned EGR control. That is, a combustion chamber is made to re-inhale again the combustion gas once discharged all over the flueway by setting up the period which the intake valve 11 and the exhaust air bulb 12 are opening to coincidence. It can control that emission gets worse by making a combustion chamber re-inhale the combustion gas discharged once by making the unburnt HC gas contained in combustion gas contribute to combustion again. Especially, when the cooling water temperature Thw is the operational status between the colds, since the temperature of a combustion chamber is low, combustion is unstable, and unburnt HC gas occurs so much. And when the three way component catalyst 19 has not attained to standby further, since the rate of purification of a harmful gas component is low, unburnt HC gas will be discharged to atmospheric air as it is. Also from this, according to the EGR effectiveness, unburnt [ which is discharged by atmospheric air / HC ] can be controlled and aggravation of emission can be controlled.

[0094] Next, the concrete setting approach of this intake valve 11 and the exhaust air bulb 12 is shown below. First, the open timing set up as target open timing of an intake valve 11 at the time of starting continues, and is set. On the other hand, the closed timing of the exhaust air bulb 12 is set as inhalation-of-air ATDC10°CA in consideration of the amount of overlap. That is, since the pressure in an inhalation-of-air path serves as negative pressure required to acquire the EGR effectiveness by overlap, the EGR effectiveness by carrying out the lag of the exhaust air bulb 12, and setting up the amount of overlap is used here. And the lag of the ignition timing is carried out as mentioned above, and the lag of the closed timing of the exhaust air bulb 12 is carried out in consideration of the amount of overlap until predetermined time \*\* passes after starting. Since it can reduce by this unburnt [ which is contained in combustion gas / HC ] using the EGR effectiveness, aggravation of emission can be controlled.

[0095] On the other hand, since the unburnt HC gas which afterburning conditions are satisfied and is contained in the combustion gas in a flueway is purified by oxidation reaction when predetermined time \*\* passes, the unburnt HC gas reduction effectiveness by the EGR effectiveness is not needed. Then, it progresses to step S809 and underlapping control is performed. The flow chart shown in drawing 13 is the subroutine of underlapping control, and whenever processing of this step S809 is performed, it is a called program. In this control, the timing of an intake valve 11 and the exhaust air bulb 12 is set up based on the amount of target underlapping for the following reason.

[0096] First, when predetermined period \*\* passes and afterburning conditions are satisfied, it is necessary to make an air-fuel ratio into Lean. However, if an air-fuel ratio is controlled to Lean at the time of the EGR control activation by overlap, since combustion is not stable, rotation fluctuation will be generated. For this

reason, in order to stabilize combustion by the combustion chamber, the open timing of an intake valve 11 is set to a lag side rather than inhalation of air TDC. Thus, the pressure in an inhalation-of-air path and the pressure of a combustion chamber are made to produce differential pressure by carrying out the lag of the target close timing of an intake valve 11. By producing this differential pressure, since the inhalation-of-air rate of flow when an intake valve 11 opens can be raised, atomization of the fuel injected by the injector 16 is promoted, and combustion is improved. Therefore, even if it sets a combustion air-fuel ratio as Lean by fuel-injection control mentioned later, it can prevent that combustion stability gets worse.

[0097] Furthermore, the closed timing of the exhaust air bulb 12 is set up based on target underlapping. Since there is a possibility that the sealing condition of the exhaust air bulb 12 and a cylinder wall may not be secured when the closing timing of an exhaust valve is as near as closed timing even if it carries out the lag of the open timing of an intake valve 11, in order to raise the inhalation-of-air rate of flow, there is a problem which cannot fully secure differential pressure of a combustion chamber and an inhalation-of-air path. Therefore, sufficient differential pressure for a combustion chamber and an inhalation-of-air path is securable by setting up the predetermined amount of underlapping.

[0098] Hereafter, processing of underlapping control is explained using the flow chart of drawing 18. First, processing of step S901 is performed. In processing of this step S901, MAP PM, an engine speed Ne, the cooling water temperature Thw, etc. are called from RAM in ECU80 as an engine load. And at step S902, the target open timing VT is calculated as open timing VT of an intake valve 11 based on the map shown in drawing 21. According to this map, the target open timing VT 2 is set to a lag side as target open timing VT 2, so that absolute pressure is high as MAP PM, and it is set as the target open timing VT 2 by the side of a tooth lead angle, so that absolute pressure is small. That is, on this map, the amount of lags of the open timing of an intake valve 11 is set up so that it may be needed for the inhalation-of-air rate of flow improving as differential pressure of a combustion chamber and the inside of an inhalation-of-air path.

[0099] Next, the amount ULT of target underlapping is calculated by the operation at step S903. Since the amount of target underlapping has a possibility that a combustion chamber cannot fully be sealed when the open timing of an intake valve 11 and the closed timing of the exhaust air bulb 12 are near as mentioned above, combustion may get worse without the ability fully raising the inhalation-of-air rate of flow. For this reason, rotation fluctuation  $\Delta Ne$  substitutes that combustion stability is getting worse for a setup of the amount ULT of target underlapping like the map shown in drawing 22. That is, when rotation fluctuation  $\Delta Ne$  becomes large, since the location of the open timing of an intake valve 11 and the closed timing of the exhaust air bulb 12 is near, a combustion chamber cannot fully be sealed, and the differential pressure of a combustion chamber and an inhalation-of-air path does not fully become. Therefore, it is judged that combustion is getting worse without the inhalation-of-air rate of flow improving. For this reason, when  $\Delta Ne$  becomes large, the amount ULT of target underlapping is set up greatly, when  $\Delta Ne$  is small, it judges that sufficient sealing of a combustion chamber is secured, and the small amount ULT of target underlapping is set up.

[0100] Furthermore, according to an air-fuel ratio, the predetermined multiplier 1 may be set up like the map shown in drawing 23. This multiplier 1 is a correction factor to the amount ULT of target underlapping set up according to the above-mentioned rotational-speed fluctuation  $\Delta Ne$ . According to drawing 23, a multiplier 1 is set as such a big value that Lean [ an air-fuel ratio ], and is set as such a value small on the other hand that an air-fuel ratio is rich. That is, since combustion stability gets worse so that an air-fuel ratio is Lean, sealing nature in a cylinder may be made high by setting up the amount ULT of underlapping greatly as compared with the time when an air-fuel ratio is rich.

[0101] Moreover, according to this map, as shown in the map of drawing 24, a multiplier 2 may be set up based on the amount of lags from the inhalation of air TDC of an intake valve 11, and a multiplier 2 is set as a small value, so that the amount of lags is small, and it is set as such a big multiplier 2 that it is the big amount of lags. It is a correction factor for amending the amount ULT of target underlapping as well as [ this multiplier 2 ] a multiplier 1. As open timing of an intake valve 11, since the pressure in a cylinder becomes negative pressure greatly, this multiplier 2 needs to secure the sealing nature of a cylinder, so that the amount of lags from inhalation of air TDC is large. Then, according to the amount of lags, a multiplier 2 may be set up as mentioned above.

[0102] In addition, it may use as a correction factor to the amount ULT of target underlapping which sets up this multiplier 1 and/or multiplier 2 by drawing 22, and the amount ULT of target underlapping may be calculated by multiplying by them or adding these multipliers by the actual operation.

[0103] And by adding the amount ULT of target underlapping which was set up at step S902 and which was set as the target open timing VT 2 of an intake valve 11 at step S903, the target close timing VH2 for which

it asked by the above-mentioned operation as closed timing VH of the exhaust air bulb 12 is set up, and this routine is ended.

[0104] Catalyst early warming up is not performed at step S803, but underlapping control called at step S809 of drawing 12 shown above is performed, when combustion gets worse at step S807, or also when combustion stabilization control is performed. For example, in a Lean air-fuel ratio, when controlling a combustion air-fuel ratio near the Lean limitation, since torque fluctuation is large, it is easy to produce engine rotational-speed fluctuation. For this reason, in order to stabilize combustion, fuel oil consumption, ignition timing, etc. are controlled by combustion stabilization control to control rotational-speed fluctuation. That is, when combustion gets worse, during activation of the above-mentioned combustion aggravation control, ignition timing is set up at step S808, underlapping control is performed at step S809, and this routine is ended.

[0105] On the other hand, if combustion aggravation is not carried out and combustion aggravation control is not performed, the judgment of step S807 is denied (NO) and it progresses to step S810. At step S810, it judges whether early warming-up control of a catalyst was performed. Here, if judged with not performing early early warming-up control, it will be denied (NO), and the judgment of step S810 will progress to step S813, will usually perform control after starting, and will end this routine. On the other hand, if judged with early warming-up control having been performed, it will progress to step S811 and it will be judged whether the revertive control to the usual control from early warming-up control was completed. If revertive control is completed, the judgment of step S811 will be affirmed (YES) and it will progress to step S812.

[0106] Control is usually control which calculates the closed timing of the open timing of an intake valve 11, and the exhaust air bulb 12 on the map shown in drawing 19 and drawing 20, respectively after starting shown in step S812. First, by the setting approach of the target open timing VT of an intake valve 11; the target open timing VT 1 is set up as target open timing VT on the map beforehand shown in drawing 14 with the parameter of the pressure PM in an inhalation-of-air path, and rotational speed Ne. According to this map, the target open timing VT of the intake valve 11 according to operational status can be set up. Moreover, by the setting approach of the target close timing VH of the exhaust air bulb 12, the target close timing VH1 is set up as target close timing VH like the setting approach of an intake valve 11 on the map beforehand shown in drawing 22 with the parameter of the pressure PM in an inhalation-of-air path, and rotational speed Ne. This map can set up the target close timing VH1 as optimal closed timing VH according to operational status similarly. Moreover, ignition timing is set up as ignition timing by the setting approach of the ignition timing after engine warming up known conventionally. While the ignition timing when torque occurs most as the setting approach of concrete ignition timing according to operational status is set up, in the field which a knock generates, knock control known from the former which carries out the predetermined include-angle lag of the ignition timing, and carries out a tooth lead angle gradually after that is also performed to coincidence based on generating of a knock.

[0107] On the other hand, if the revertive control to operation is not usually completed from early warming up at step S811, it is denied (NO), and the judgment of step S811 progresses to step S813, and carries out revertive control. In revertive control, control gradually switched to the ignition timing at the time of catalyst early warming up, the ignition timing usually set up by control after starting from the target close timing VH2 as the target open timing VT 2 of an intake valve 11 and closed timing VH of the exhaust air bulb 12, and the target open timing VT 1 of an intake valve 11 and the target close timing VH1 of the exhaust air bulb 12 is carried out. concrete -- each desired value before a change -- predetermined value [ every ] addition - or it subtracts, the desired value under return to the usual control after starting is set up so that the desired value after a change may be reached, and this routine is ended.

[0108] Next, fuel-injection control of this example is explained. In this example, the same fuel-injection control as the 1st example is carried out. That is, fuel-injection control according to the inhalation-of-air rate of flow can be carried out by carrying out fuel-oil-consumption control according to the open timing of an intake valve 11. At this example, since it is a time of afterburning conditions being satisfied, the temperature of combustion in a flueway (exhaust-gas temperature) is beyond predetermined temperature, and that the lag of the open timing of an intake valve 11 is carried out comes to carry out loss-in-quantity amendment of the fuel oil consumption in this condition. Therefore, since the unburnt HC gas contained in the combustion gas in a flueway is purified by oxidation reaction, the internal-EGR effectiveness by setup of an overlap period is not needed like the 2nd example.

[0109] Moreover, about fuel-injection-timing control, processing shown in the flow chart of drawing 25 is carried out. With this flow chart, the same number is given to the same part as the 1st example, explanation is omitted, and a different part is explained. If affirmed at step S202 (YES), fuel injection timing Ftmg will

be set up on a map in step S203'. In the 1st example, it set up so that a fuel might reach the timing to which an intake valve 11 opens fuel injection timing Ftmg. On the other hand, in this example, it sets up so that it may be late for the open timing of an intake valve 11 during the predetermined period for the following reasons and a fuel may reach. As compared with the map of the 1st example, fuel injection timing Ftmg is offset to a lag side, and, specifically, fuel injection timing Ftmg is set up.

[0110] At the time of valve-opening initiation, since an intake valve 11 has the small amount of lifts, an intake valve 11 has [ the reason for setting up fuel injection timing Ftmg ] the opening cross section small [ thus, ] from an inhalation-of-air path to a combustion chamber. Therefore, there is a possibility that a fuel may not be supplied to a combustion chamber even if it injects a fuel. So, at this example, a fuel will be supplied to a combustion chamber in the condition with the sufficient opening cross section to having set up fuel injection timing Ftmg so that a fuel might reach the open timing of an intake valve 11 by carrying out the lag of the fuel injection timing Ftmg by predetermined offset.

[0111] The target open timing of the intake valve 11 controlled as mentioned above, the target close timing of the exhaust air bulb 12, ignition timing control, and fuel-injection control are explained below using the timing diagram of drawing 26.

[0112] First, if cranking is started by the driver at time of day t0, an engine speed Ne will first-\*\* and an engine speed Ne will go up. At this time, the open timing VT of ignition timing and an intake valve 11 is set as the fixed value in consideration of startability. On the other hand, at the time of starting, although the exhaust air bulb 12 reduces unburnt HC gas constituents according to the EGR effectiveness, since the differential pressure of the pressure in an inhalation-of-air path and an atmospheric pressure is small, even if it sets up the amount of overlap, it becomes difficult [ making a combustion chamber re-inhale combustion gas ]. Then, the EGR effectiveness has been acquired by confining combustion gas in a combustion chamber by carrying out the tooth lead angle of the closed timing VH rather than inhalation of air TDC at the time of starting of the exhaust air bulb 12. In addition, the closed timing VH of this exhaust air bulb 12 is set up with the open timing VT and the amount ULT of target underlapping of an intake valve 11.

[0113] And if an engine speed Ne serves as for example, 400rpm, the engine completion of starting will be judged at time of day t1. The engine completion of starting is judged and the execution condition of catalyst early warming-up control is satisfied as the engine-coolant water temperature Thw is a predetermined temperature requirement. If the execution condition of catalyst early warming-up control is satisfied at time of day t1, rather than inhalation of air TDC, the lag of the ignition timing thetaig will be carried out, and it will be set as ATDC10°CA. If the lag of the ignition timing thetaig is carried out, it will become a peak smaller than the peak of the combustion temperature usual because combustion becomes slow, but since combustion temperature is highly maintained as compared with the usual combustion temperature even if the exhaust air bulb 12 is opened, the temperature of combustion in a flueway can be made high.

[0114] The open timing VT of an intake valve can make a combustion chamber re-inhale combustion gas because the closed timing VH of the exhaust air bulb 12 sets up the amount of overlap since the pressure in an inhalation-of-air path has reached predetermined negative pressure henceforth [ time of day t1 ], although the fixed value at the time of starting is set up. Then, the closed timing VH of the exhaust air bulb 12 is set to a lag side from the open timing VT of an intake valve 11. The closed timing VH of the exhaust air bulb 12 at this time sets up the amount of overlap of -15-degreeCA, i.e., 15-degreeCA, for the amount ULT of target underlapping, and acquires the EGR effectiveness.

[0115] If predetermined time \*\* passes since engine starting and time of day t3 comes, since the temperature of combustion in a flueway will become about 800 degrees C, afterburning conditions are satisfied. If afterburning conditions are satisfied, while amending fuel injection duration TAU short (it is loss-in-quantity amendment about fuel oil consumption) and controlling air-fuel ratio A/F to Lean, the lag of the open timing VT of an intake valve 11 is carried out. In addition, fuel injection duration TAU is set up based on the open timing of an intake valve 11. In order that the open timing VT of an intake valve 11 may specifically raise the inhalation-of-air rate of flow, when the lag is carried out, according to the amount of lags, fuel injection duration TAU is amended short.

[0116] When the temperature of combustion is about 800 degrees C, the unburnt HC gas in a flueway is oxidized with the oxygen in a flueway. However, in order to make oxidation reaction fully purify the unburnt HC gas in a flueway, it is required to be the Lean air-fuel ratio as combustion air-fuel ratio A/F. By the way, when carrying out control with the Lean air-fuel ratio at the time of starting between the colds, since combustion tends to become unstable as compared with the warming-up back, it is required to stabilize a combustion condition. Then, in order to stabilize combustion at time of day t4 from time of day t3, the lag of the open timing VT of an intake valve 11 is carried out rather than inhalation of air TDC. After this

becomes like an inhalation-of-air line, when a piston falls caudad from TDC, since the intake valve 11 is closing the valve, the pressure of a combustion chamber serves as negative pressure greatly. For this reason, in case an intake valve 11 opens, since big differential pressure is made to an inhalation-of-air path and a combustion chamber, the inhalation-of-air rate of flow improves. Therefore, in this example, since the inhalation-of-air rate of flow sets up the fuel-injection timing Ftrng to high timing according to the open timing of an intake valve 11, atomization of the fuel injected by the injector can be promoted, combustion can be stabilized, and Lean combustion stabilized at the time of catalyst early warming-up control activation can be realized.

[0117] At this time, the closed timing VH of the exhaust air bulb 12 is set up based on the open timing VT and the amount ULT of target underlapping of an intake valve 11. Although the pressure of a combustion chamber is greatly made into negative pressure by carrying out the lag of the open timing VT of an intake valve 11 rather than inhalation of air TDC, if the closed timing VH of the exhaust air bulb 12 is close to the open timing VT of an intake valve 11, the sealing nature of a combustion chamber cannot be maintained and a combustion chamber cannot be greatly made into negative pressure. For this reason, it is set as 20-degreeCA by using the amount ULT of target underlapping as a predetermined crank angle type, and the closed timing VH of the exhaust air bulb 8 is set up based on this. By this, a combustion chamber can be sealing-ized, improvement in the inhalation-of-air rate of flow can be maintained, and it can prevent worsening combustion stability.

[0118] After early warming-up control of a catalyst is completed at time of day t5, ignition timing thetaig will be gradually returned to the usual ignition timing by time of day t6. In addition, the open timing VT of an intake valve 11 and the closed timing VH of the exhaust air bulb 12 may return to the usual control in step like the timing diagram of drawing 26 in time of day t5, and may be gradually returned to the usual control by revertive control.

[0119] In this example, a half-standby detection means is equivalent to a means to detect engine half-standby based on at least one of the addition values of the progress period after internal combustion engine starting, and an intake-air temperature and an engine speed, and functions on a means to judge whether the control means corresponding to inhalation of air carries out early warming-up activation of the standby detection means at step S803 of the flow chart of drawing 17 at step S903 of drawing 18, respectively.

[0120] (Other examples 1) In this example, when it has a standby detection means to detect standby in the 3rd example and it is detected by this standby detection means at the time of an internal combustion engine's starting that an internal combustion engine is half-standby, it may be made to carry out the lag of the open timing VT of an intake valve 11 rather than inhalation of air TDC at the time of an internal combustion engine's starting.

[0121] Moreover, a three way component catalyst 19 does not carry out warming up of this standby detection means, and when an internal combustion engine is standby mostly, it detects that an internal combustion engine is half-standby. It is good to detect half-standby as this concrete technique based on at least one of the addition values of the engine water temperature Thw, the elapsed time after engine starting, an intake-air temperature Tha, and an engine speed Ne.

[0122] (Other examples 2) In the 1st, 2nd, and 3rd example, the inhalation-of-air rate of flow was raised by carrying out the lag of the intake valve 12. It aims at doing so the 1st, the 2nd, and the same effectiveness as the gestalt of the 3rd operation by controlling by this example in a thing equipped with the device in which the amount of valve lifts can be set as adjustable to raise the inhalation-of-air rate of flow (the amount control means of valve lifts).

[0123] In the 1st example, it changes to setting up the target open timing of an intake valve 11, and as shown in drawing 16, the amount of lifts of an intake valve 11 is made small. In the small amount of lifts, since the inhalation-of-air cross-sectional area becomes small, the inhalation-of-air rate of flow becomes large, and the amount of valve lifts becomes the usual inhalation-of-air rate of flow in the big amount of valve lifts. Thus, if the inhalation-of-air rate of flow improves according to the amount of valve lifts, the fuel quantity adhering to an inhalation-of-air path can be reduced, and stable Air Fuel Ratio Control can be carried out.

[0124] In addition, by setting up the amount of valve lifts small at this time, since the inhalation-of-air cross section to a combustion chamber becomes small, there is a possibility that the inhalation air contents which flow into a combustion chamber may run short. Since it sets to the side which opens the opening of a throttle valve at this time (throttle-valve control means), accurate control can be carried out without inhalation air contents running short. In addition, an inhalation air content may be compensated with controlling the control valve of said device in the internal combustion engine having an idle speed control device.

---

[Translation done.]

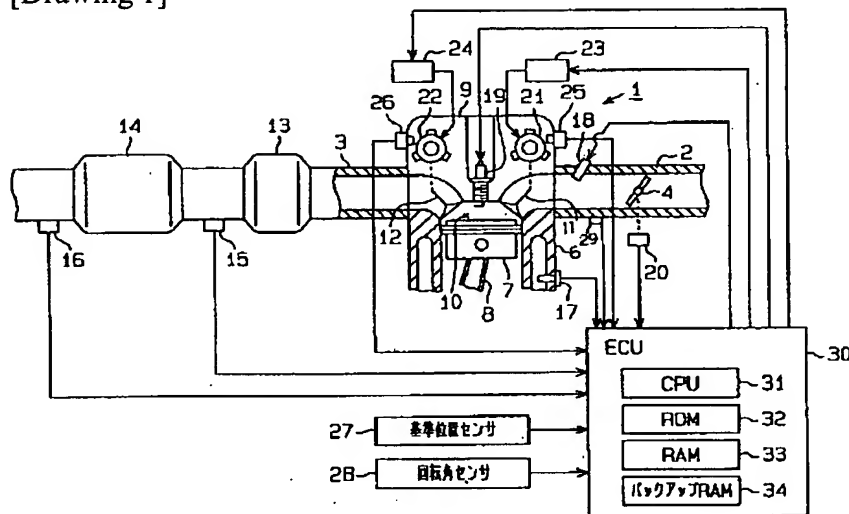
## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

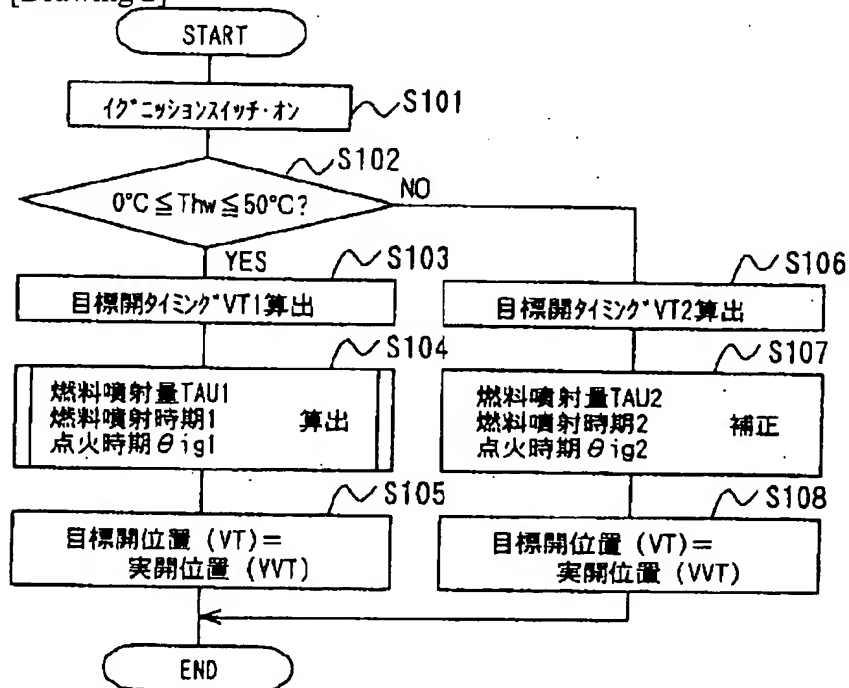
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

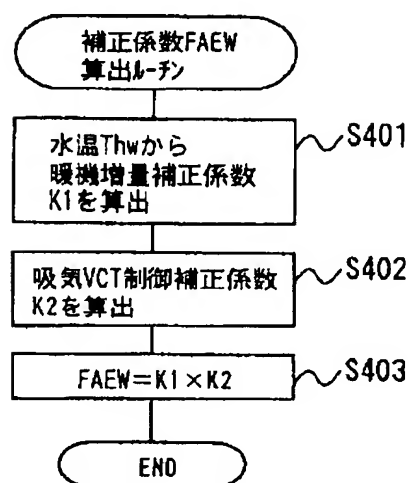


[Drawing 2]

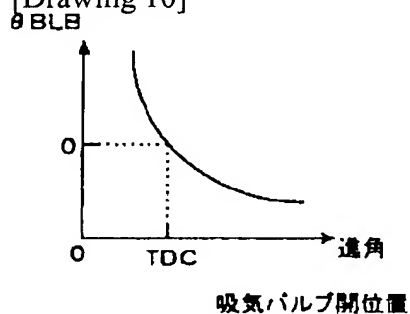


[Drawing 5]

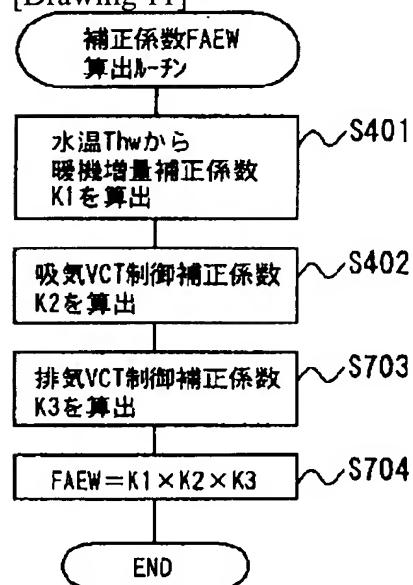




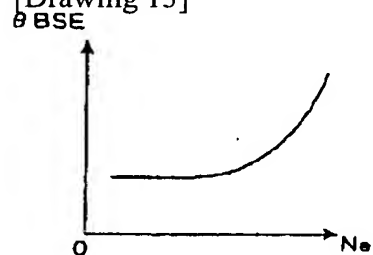
[Drawing 10]



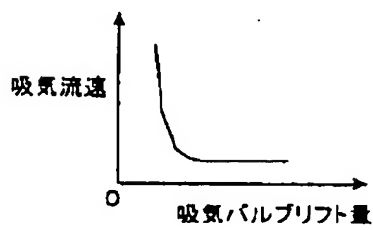
[Drawing 11]



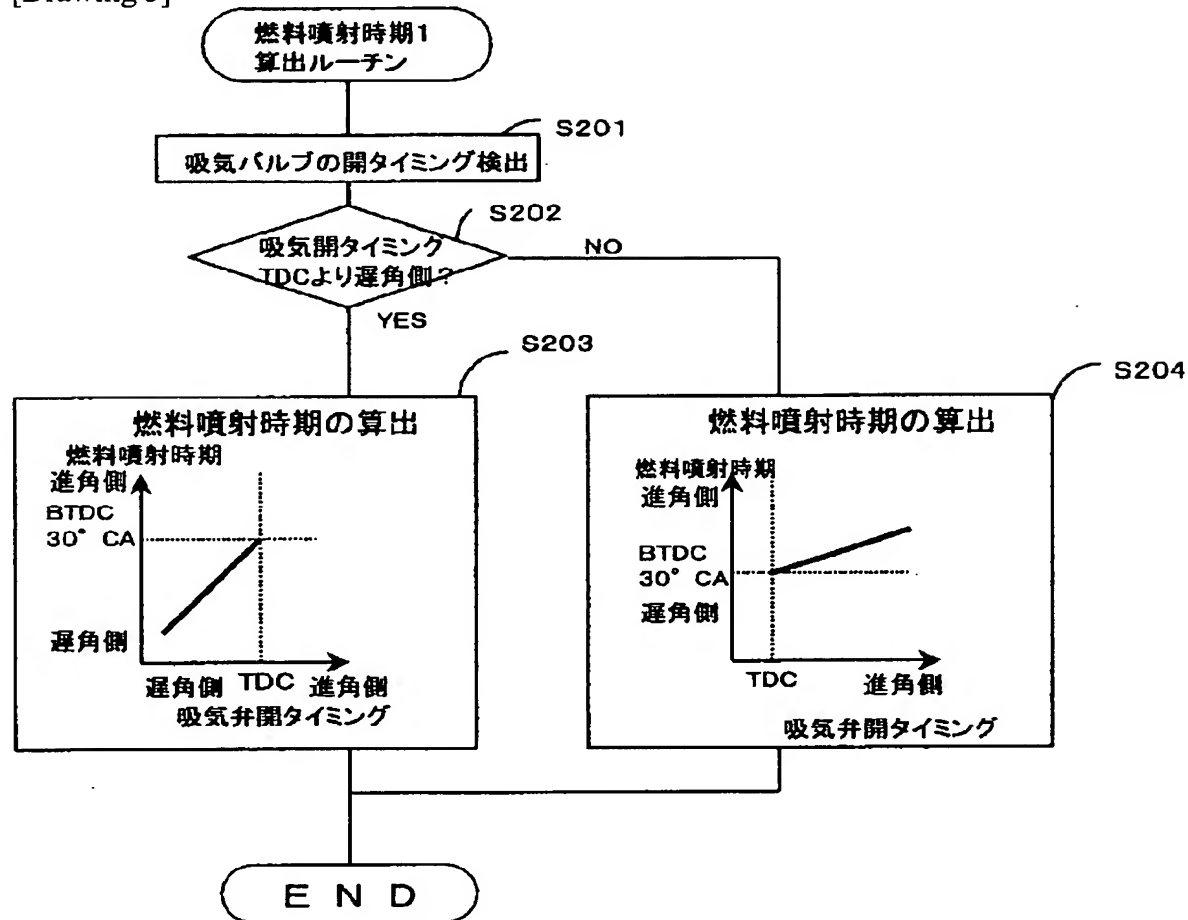
[Drawing 13]



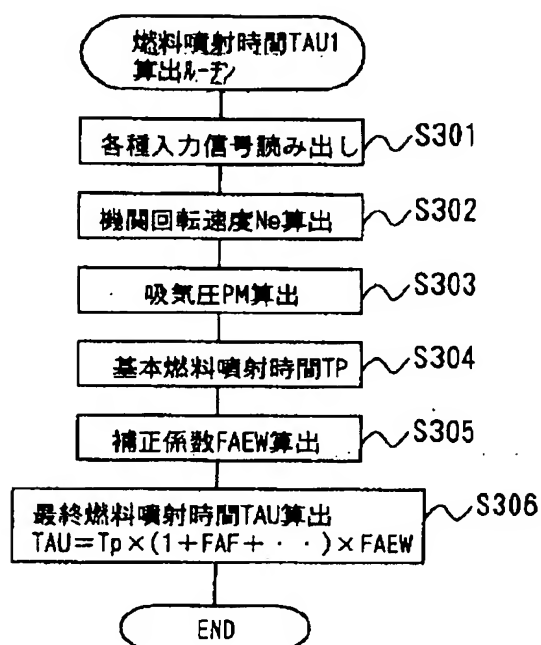
[Drawing 16]



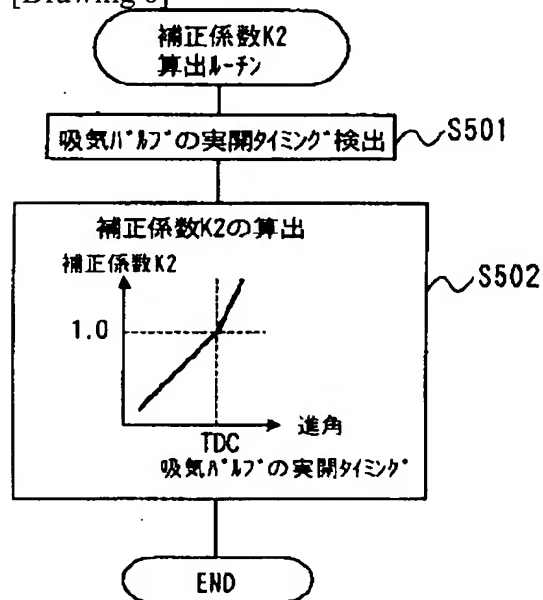
[Drawing 3]



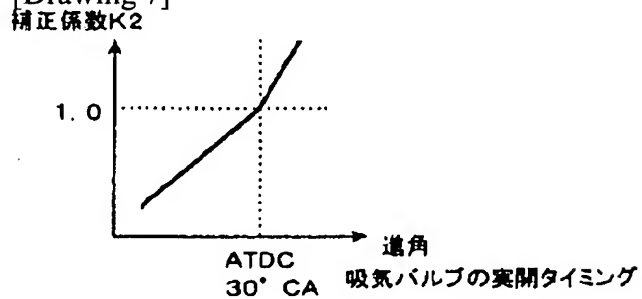
[Drawing 4]



[Drawing 6]

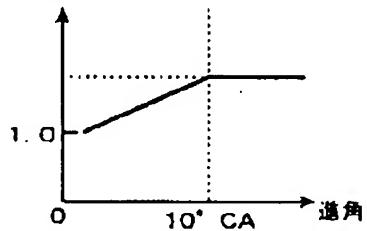


[Drawing 7]



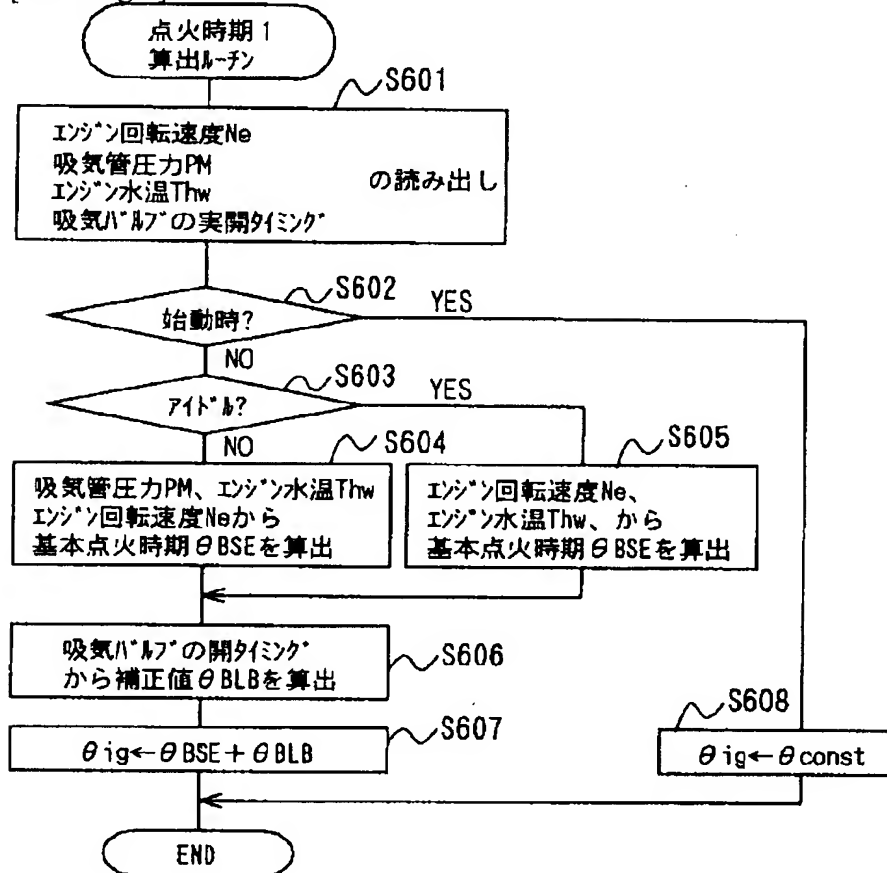
[Drawing 8]

補正係数K3

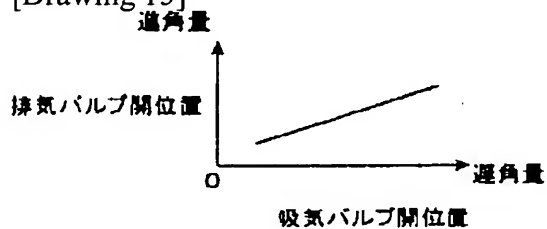


排気バルブの開タイミングの進角量

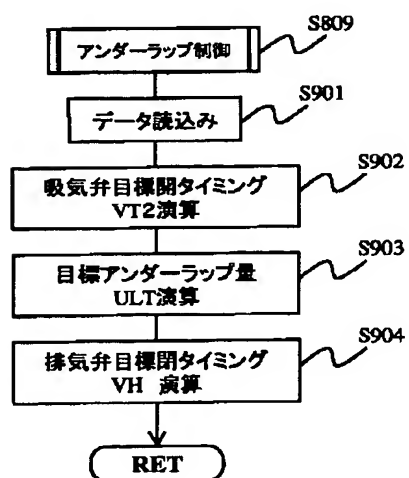
[Drawing 9]



[Drawing 15]



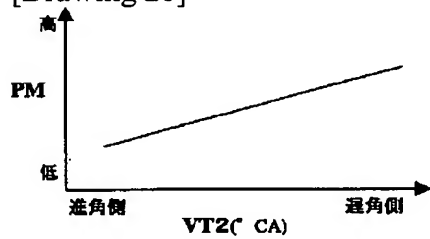
[Drawing 18]



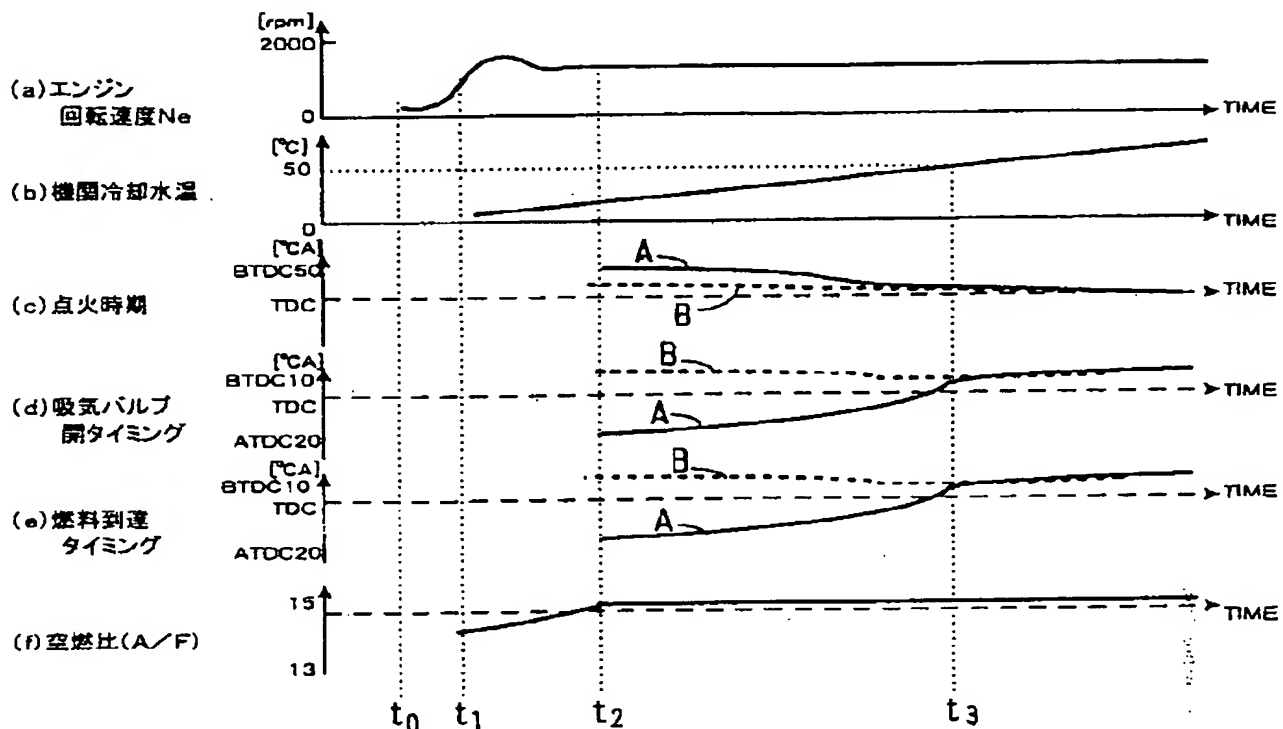
[Drawing 19]  
VT1演算マップ

回転速度	0	400	800	...	...	...	...	...
吸気管内圧力	...	...	...	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...

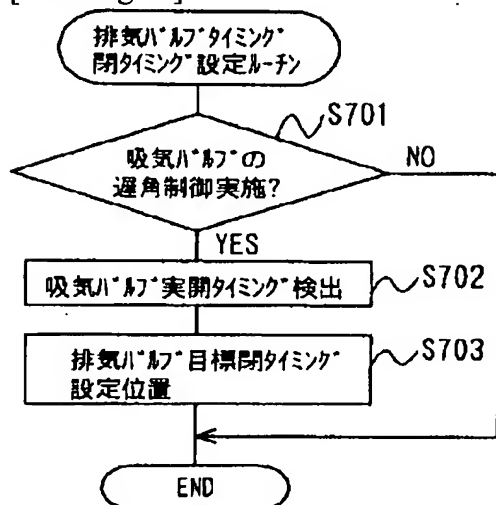
[Drawing 21]



[Drawing 12]

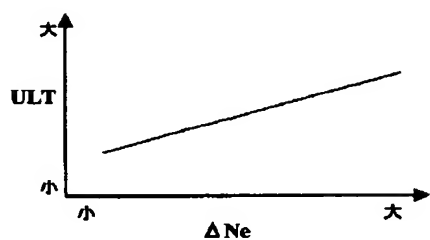


[Drawing 14]

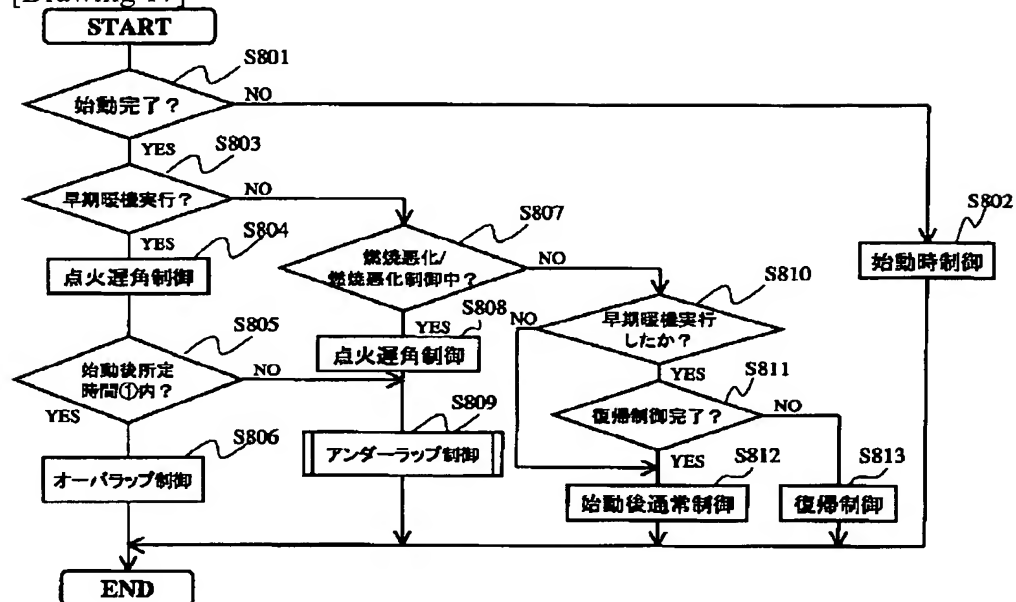
[Drawing 20]  
VH1 演算マップ

回転速度	0	400	800	...	...	...	...	...	...
吸気管内圧力									
100	...	...	...	...	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

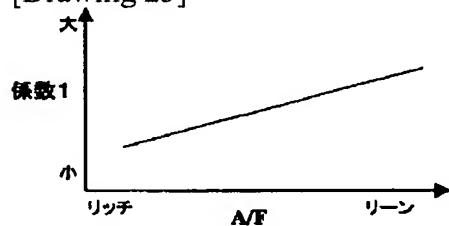
[Drawing 22]



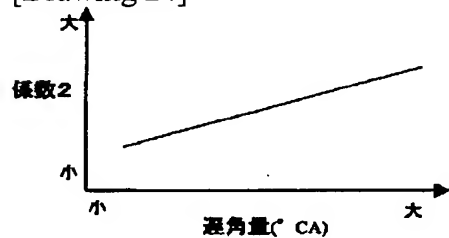
[Drawing 17]



[Drawing 23]

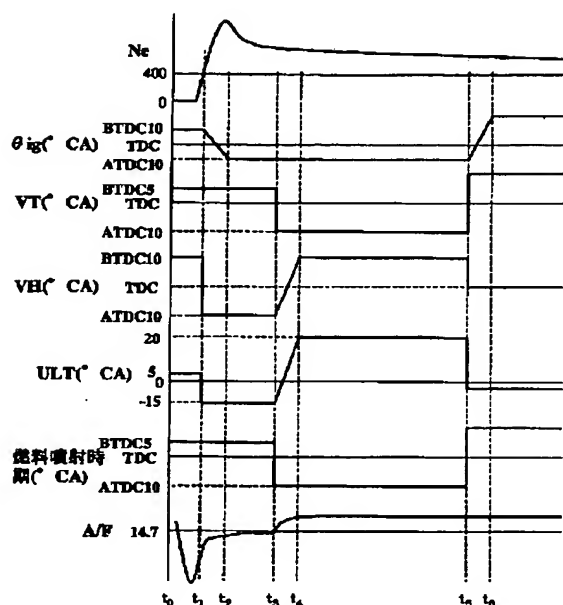


[Drawing 24]

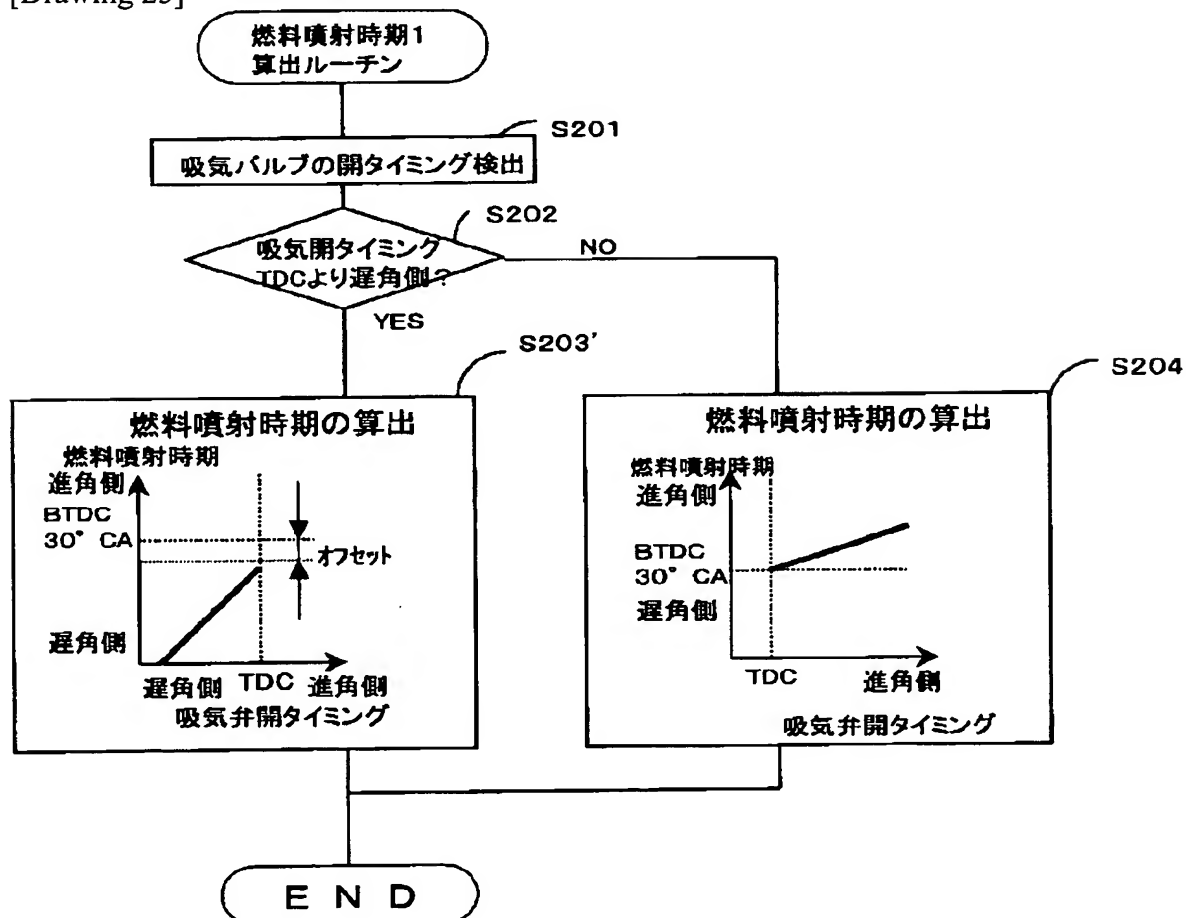


[Drawing 26]





[Drawing 25]



[Translation done.]

(11)Publication number : 2002-242713  
(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

F02D 13/02  
F02D 9/02  
F02D 41/06  
F02D 43/00  
F02D 45/00  
F02P 5/15

(21)Application number : 2001-348534 (71)Applicant : DENSO CORP  
(22)Date of filing : 14.11.2001 (72)Inventor : MAJIMA YOSHIHIRO  
YAGI TOYOJI

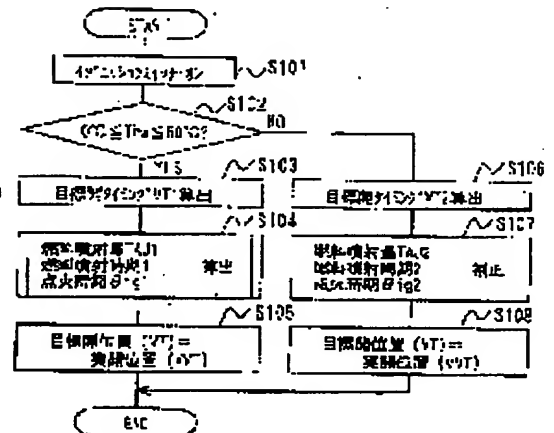
(30)Priority  
Priority number : 2000382519      Priority date : 15.12.2000      Priority country : JP

## (54) CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a control device for an internal combustion engine capable of a stable control over an air/fuel ratio by delaying a timing to open an intake valve so as to enhance the flow speed of intake, and decreasing a fuel injection quantity for correction.

**SOLUTION:** In a step 102, the temperature range of engine water is determined. If the range in which the evaporation characteristic of fuel depends upon temperature is determined to be from 0° C to 50° C, a step 103 is started (otherwise, a known control is effected). The timing to open the intake valve is delayed for the purpose of increasing the flow speed of intake, and a fuel injection time TAU, fuel injection timing and ignition timing  $\theta_{ig}$  are controlled according to the timing to open the intake valve in a step 104. Thus, since the amount of an adhering fuel can be reduced as the flow speed of the intake increases, the stable control over the air/fuel ratio can be effected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	21.01.2004
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-242713

(P2002-242713A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	J 3G022
			H 3G065
9/02		9/02	Q 3G084
41/06	3 1 0	41/06	3 1 0 3G092
	3 2 0		3 2 0 3G301
審査請求	未請求	請求項の数 18	O L (全 2 3 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-348534 (P2001-348534)

(22) 出願日 平成13年11月14日 (2001.11.14)

(31) 優先権主張番号 特願2000-382519 (P2000-382519)

(32) 優先日 平成12年12月15日 (2000.12.15)

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 摩島 嘉裕  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内

(72) 発明者 八木 豊児  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内

(74) 代理人 100096998  
弁理士 碓氷 裕彦 (外2名)

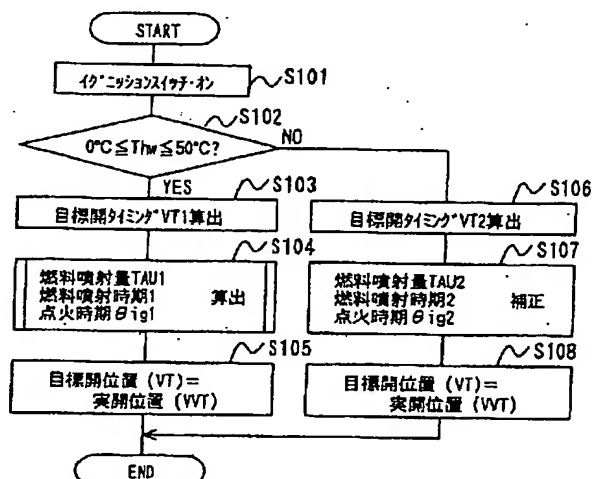
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、吸気バルブの開タイミングを遅角制御することで吸気流速を向上させ、このときに燃料噴射量を減量補正することで、安定した空燃比制御が可能な内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 ステップ102にて、機関水温の温度範囲が判定される。このとき、燃料の蒸発特性が温度に依存する範囲として、0℃から50℃の範囲であると判定されると、ステップ103へ進む。(上記以外は、従来より知られる制御を実施。)そして、吸気バルブの開タイミングを吸気流速を向上させることを目的として遅角させ、ステップ104にて、吸気バルブの開タイミングに応じて、燃料噴射時間TAU、燃料噴射時期、点火時期θ<sub>ig</sub>を制御する。これにより、吸気流速の向上に伴って、付着燃料量を低減できるので、安定した空燃比制御を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料を噴射するために配設される燃料噴射弁と、

前記燃料噴射弁により噴射される噴射燃料量を制御する燃料噴射量制御手段と、

内燃機関の吸気通路を開閉するための吸気バルブと、

前記吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量を任意に設定可能なバルブ調整機構と、

運転状態に応じて前記バルブ調整機構を調整することにより、前記吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量を設定するバルブ調整手段と、

前記バルブ調整手段により、吸気流速が向上するように前記吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量を調整し、該調整された吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量に基づいて、前記燃料噴射量を吸気系に付着する付着燃料を低減するように補正する付着燃料低減手段を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】 前記バルブ調整手段は、前記吸気バルブの開タイミングを遅角する遅角制御手段を備え、

前記付着燃料手段は、前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されたことに基づいて、前記燃料噴射量制御手段により制御される燃料噴射量を吸気系に付着する付着燃料を低減するように補正することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】 燃料噴射弁により噴射される燃料の噴射時期を制御する燃料噴射時期制御手段を備え、

前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されることに基づいて前記燃料噴射時期制御手段により前記燃料噴射時期を前記吸気バルブが開き始めるときに燃焼室内に到達するように設定することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】 内燃機関の排気通路を開閉するための排気バルブと、

前記排気バルブの開タイミングを任意に設定可能な第 2 のバルブ調整機構と、

前記第 2 のバルブ調整機構を調整することにより、前記排気バルブの開タイミングを設定する第 2 のバルブ調整手段とを備え、

前記遅角制御手段により前記吸気バルブが遅角されているときに、前記第 2 のバルブ調整手段により前記排気バルブの開タイミングを進角することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】 前記遅角制御手段は、前記吸気バルブの開タイミングを上死点位置よりも遅角側に制御することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】 前記バルブ調整手段は、前記吸気バルブのリフト量を吸気流速が向上するように制御するバルブリフト量制御手段を備え、

内燃機関の冷間始動後において前記付着燃料低減手段は、前記バルブリフト量制御手段によるバルブリフト量の制御によって吸気流速が向上することに基づいて、前記燃料噴射制御手段により制御される燃料噴射量を吸気系に付着する付着燃料が低減されるように補正することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】 内燃機関の排気通路を開閉するための排気バルブと、

前記排気バルブの開タイミングを任意に設定可能な第 2 のバルブ調整機構と、

前記第 2 のバルブ調整機構を調整することにより、前記排気バルブの開タイミングを設定する第 2 のバルブ調整手段とを備え、

前記バルブリフト量制御手段により前記吸気バルブのリフト量が吸気流速を向上させるように制御されることに基づいて、前記第 2 のバルブ調整手段により前記排気バルブの開タイミングを進角することを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 8】 燃料噴射弁により噴射される燃料の噴射時期を制御する燃料噴射時期制御手段を備え、

前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されることに基づいて前記燃料噴射時期制御手段により燃料噴射時期を設定することを特徴とする請求項 6 乃至請求項 7 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 9】 内燃機関の燃焼室内に火花を飛ばすための点火プラグと、

前記点火プラグによる点火時期を制御する点火時期制御手段とを備え、

前記付着燃料低減手段により吸気系に付着する燃料を低減するように前記燃料噴射量を補正されると、前記点火時期制御手段により点火時期を進角することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一つに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 10】 内燃機関の冷却水温を検出する水温検出手段を備え、

前記水温検出手段により検出される内燃機関の冷却水温が 0℃から 50℃までの範囲において、前記付着燃料低減手段により吸気系に付着する燃料量を低減するように前記燃料噴射量を補正する制御を実施することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一つに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 11】 前記付着燃料低減手段は、前記第 2 のバルブ調整手段により前記排気バルブが進角されているときには、前記燃料噴射量を増量する排気バルブ進角時増量補正手段を備えることを特徴とする請求項 4 と請求項 7 とに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 12】 吸気通路に吸入される吸入空気量を調整するために、吸気通路中に配設されるスロットルバルブと、

前記スロットルバルブを運転状態に応じて調整するスロ

ットルバルブ制御手段とを備え、  
吸気バルブ前記付着燃料低減手段が、付着燃料を低減するための補正を行って、前記燃料噴射量を減量するように補正しているときは、前記スロットルバルブ制御手段により制御されるスロットルバルブの開度を前記吸入空気量が増量されるように制御することを特徴とする請求項 1 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 3】 内燃機関の始動を判定する始動判定手段と、内燃機関の始動時に前記吸気バルブのタイミングを始動に適した中間保持機構とを備え、  
前記遅角制御手段は、前記始動判定手段により内燃機関が始動したと判定されると、内燃機関の始動時に前記中間保持機構により規制された前記所定の開タイミングから前記吸気バルブの開タイミングを遅角することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 5 のいずれか一つに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 4】 内燃機関の暖機状態を検出する暖機状態検出手段を備え、  
前記遅角制御手段は、内燃機関の始動時に前記暖機状態検手段により内燃機関が半暖機状態であることが検出されたとき、内燃機関の始動時に前記吸気バルブを遅角することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 5】 前記暖機状態検出手段は、内燃機関の排気通路中に配設されて排気ガス中の有害ガス成分を浄化する触媒コンバータが暖機しておらず、かつ内燃機関がほぼ暖機状態であるとき、内燃機関が半暖機状態であることを検出することを特徴とする請求項 1 4 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 6】 前記半暖機状態検出手段は、内燃機関の冷却水温、内燃機関始動後の経過時間、吸気温度、内燃機関回転速度の積算値の少なくとも一つに基づいて内燃機関の半暖機状態を検出することを特徴とする請求項 1 5 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 7】 内燃機関の排気通路を開閉するための排気バルブと、  
前記排気バルブの開タイミングを任意に設定可能な第 2 の可変バルブタイミング機構と、  
前記排気バルブの開タイミングを設定する第 2 のバルブタイミング制御手段とを備え、  
第 2 のバルブタイミング制御手段は、前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されている期間、前記吸気バルブの開タイミングに応じて前記排気バルブの開タイミングを制御する吸気対応制御手段を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 8】 前記吸気対応制御手段は、前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されている期間、前記排気バルブの開弁後、所定クランク角経過後に前記吸気バルブが開弁するように前記排気バル

ブの開タイミングを設定することを特徴とする請求項 1 7 に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は吸気バルブおよび／または排気バルブの開閉タイミングを任意に設定可能なバルブタイミング機構を備えるものにおいて、最適な制御を実施する内燃機関の制御装置に関わる。

【0002】

10 【従来技術】 従来より、内燃機関の始動時の制御として確実な始動を行うために始動時の燃料噴射量を増量補正し、制御するものが知られている。増量補正を行う理由の一つとして、冷間始動時では、その機関温度の低さが燃料の蒸発度合に影響することが挙げられる。燃料の蒸発度合は冷却水温が低いほど蒸発しにくくなり、インジェクタから噴射される燃料の一部が吸気通路や吸気バルブに付着してしまう。このように機関温度の低さによって付着燃料が多くなるので、従来では燃料噴射量の増量補正を行っていた。

20 【0003】

【発明が解決する課題】 ところが、吸気通路中に付着する燃料が多いと付着燃料の一部が解離することにより、燃焼室内に流入する燃料量が不安定になる虞があるために、燃焼が安定せず精度良い空燃比制御が困難であった。

30 【0004】 本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、従来より行われている増量補正を低減し、吸気通路中に付着する燃料量を低減することで、安定した空燃比制御が実施できる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 の発明によれば、燃料を噴射するために配設される燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁により噴射される噴射燃料量を制御する燃料噴射量制御手段と、内燃機関の吸気通路を開閉するための吸気バルブと、前記吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量を任意に設定可能なバルブ調整機構と、運転状態に応じて前記バルブ調整機構を調整することにより、前記吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量を設定するバルブ調整手段と、前記バルブ調整手段により、吸気流速が向上するように前記吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量を調整し、該調整された吸気バルブの開タイミングおよび／またはリフト量に基づいて、前記燃料噴射量を吸気系に付着する付着燃料を低減するように補正する付着燃料低減手段とを備える。

50 【0006】 これにより、吸気系にて吸気流速が向上するので、吸気通路に付着する付着燃料量を低減することができる。このため、燃料噴射量を低減することができ、精度良い空燃比制御を実現することができる。

【0007】請求項2の発明によれば、請求項1に記載の内燃機関の制御装置において、前記バルブ調整手段は、前記吸気バルブの開タイミングを遅角する遅角制御手段を備え、前記付着燃料低減手段は、前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されたことに基づいて、前記燃料噴射量制御手段により制御される燃料噴射量を吸気系に付着する付着燃料を低減するように補正する。

【0008】これにより、吸気バルブの開タイミングが遅角されることにより、吸気通路中の圧力と燃焼室内の圧力とに差圧が生じる。差圧が生じた状態で吸気バルブが開かれることにより吸気流速が向上するので、吸気通路に付着する燃料量を低減できる。付着燃料の低減により、その一部が解離することを防止することができるので、精度良く空燃比制御を実施することができる。

【0009】請求項3の発明によれば、請求項2に記載の内燃機関の制御装置において、燃料噴射弁により噴射される燃料の噴射時期を制御する燃料噴射時期制御手段を備え、前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されることに基づいて前記燃料噴射時期制御手段により前記燃料噴射時期を前記吸気バルブが開き始めるときに燃焼室内に到達するように設定する。

【0010】たとえば、吸気バルブが閉じた状態で、ピストンが上死点を越えて下がり始めると、吸気通路と燃焼室との圧力に差圧が生じる。吸気バルブが開き始めた状態が最も差圧が大きい状態であるから、このタイミングで燃料噴射弁にて噴射される燃料が到達するように燃料噴射時期を設定してやることで、燃焼室内に流入する燃料を良好に攪拌することができる。

【0011】請求項4の発明によれば、請求項2乃至請求項3に記載の内燃機関の制御装置において、内燃機関の排気通路を開閉するための排気バルブと、前記排気バルブの開タイミングを任意に設定可能な第2のバルブ調整機構と、前記第2のバルブ調整機構を調整することにより、前記排気バルブの開タイミングを設定する第2のバルブ調整手段とを備え、前記遅角制御手段により前記吸気バルブが遅角されているときに、前記第2のバルブ調整手段により前記排気バルブの開タイミングを進角する。

【0012】排気バルブを進角すると、燃焼により排出される排出ガスが燃焼室内に残留する。通常、残留した燃焼ガスにより燃焼が不安定になる虞があるが、本発明では、吸気バルブを遅角制御することで吸気流速を向上させ、燃焼室内の混合気を良好に攪拌させるので、排気バルブを進角させて排気ガスを残留させても燃焼が悪化することを防止することができる。また、排気ガス中の成分には、未燃HCガスなどの有害物質が含まれるが、この未燃ガス成分が再び燃焼に寄与することでエミッションを低減することができる。

【0013】請求項5の発明によれば、請求項2乃至請求

項4のいずれか一つに記載の内燃機関の制御装置において、前記遅角制御手段は、前記吸気バルブの開タイミングを上死点位置よりも遅角側に制御することを特徴とする。

【0014】これにより、吸気バルブが閉じている状態で、内燃機関のピストンが上死点位置を越えてから吸気バルブを開かれるので、吸気通路の圧力と燃焼室内の圧力とに差圧が生じる。この差圧によって燃焼室内へ吸入空気が流れ込む吸気流速が向上する。

【0015】たとえば、この差圧を30KPa程度以上になるように吸気バルブの開タイミングを遅角するのが好ましい。

【0016】請求項6の発明によれば、請求項1に記載の内燃機関の制御装置において、前記バルブ調整手段は、前記吸気バルブのリフト量を吸気流速が向上するようリフト量に制御するバルブリフト量制御手段を備え、内燃機関の冷間始動後において前記付着燃料低減手段は、前記バルブリフト量制御手段により前記吸気バルブのリフト量の制御によって吸気流速が向上することに基づいて、前記燃料噴射制御手段により制御される燃料噴射量を吸気系に付着する付着燃料が低減されるように補正する。

【0017】これにより、バルブリフト量を吸気流速が向上するリフト量に設定することで、吸気通路に付着する燃料量を低減することができ、付着燃料の低減により吸気通路中の付着燃料の一部が解離して燃焼が不安定になることが防止できるので、精度良い空燃比制御が実施できる。

【0018】たとえば、吸気流速を向上させるために、バルブリフト量を通常の運転状態で制御されるリフト量よりも小さくすると良い。バルブリフト量が小さく設定されることで、吸気通路から燃焼室内へ吸入空気が通過するための通過断面積が小さくなるので吸気流速を向上させることができる。

【0019】さらに、例えば、暖機増量補正を低減した場合には、燃料噴射量を小さくすれば良い。燃料噴射量を小さく設定しても、本発明によれば、吸気流速が向上することで吸気通路に付着する燃料量を低減することができる。付着燃料を低減できることで、付着燃料の一部が解離して燃焼室内に流れ込むことを防止でき、燃焼が不安定になることを防止することができる。

【0020】請求項7の発明によれば、請求項6に記載の内燃機関の制御装置において、内燃機関の排気通路を開閉するための排気バルブと、前記排気バルブの開タイミングを任意に設定可能な第2のバルブ調整機構と、前記第2のバルブ調整機構を調整することにより、前記排気バルブの開タイミングを設定する第2のバルブ調整手段とを備え、前記バルブリフト量制御手段により前記吸気バルブのリフト量を吸気流速が向上させるリフト量に制御されているときに、前記第2のバルブ調整手段によ

り前記排気バルブの開タイミングを進角する。

【0021】排気バルブを進角すると、燃焼により排出される排出ガスが燃焼室内に残留する。通常、残留した燃焼ガスにより燃焼が不安定になる虞があるが、本発明では、吸気バルブのリフト量を制御することにより吸気流速を向上させることができる。吸気流速の向上することで燃焼室内の混合気を良好に攪拌させるので、燃焼室内での燃料分布が良好になり、失火などが生じることに

より燃焼が不安定になることが抑制される。また、排気ガス中の成分には、未燃HCガスなどの有害物質が含まれるが、この未燃ガス成分が再び燃焼に寄与することでエミッションを低減することができる。

【0022】請求項8の発明によれば、請求項6または請求項7に記載の内燃機関の制御装置において、燃料噴射弁により噴射される燃料の噴射時期を制御する燃料噴射時期制御手段を備え、前記遅角制御手段により前記吸気バルブの開タイミングが遅角されることに基づいて前記燃料噴射時期制御手段により燃料噴射時期を設定する。

【0023】これにより、インジェクタにより噴射される燃料が、吸気バルブが開き始めるときに燃焼室内に到達するように設定することができる。このように燃料噴射時期を設定すると、吸気流速が最も大きくなるときに燃料を燃焼室内に流入させることができるので、燃焼室内の混合気を良好に攪拌することができる。

【0024】請求項9の発明によれば、請求項1乃至請求項8のいずれか一つに記載の内燃機関の制御装置において、内燃機関の燃焼室内に火花を飛ばすための点火プラグと、前記点火プラグによる点火時期を制御する点火時期制御手段とを備え、前記補正手段により吸気系に付着する燃料を低減するように補正されると、前記点火時期制御手段により点火時期を進角する。

【0025】付着燃料を低減するように燃料噴射量を補正するので、リーンな燃焼が行われる。リーン燃焼では、理論空燃比での燃焼に比べて、トルクが下がってしまうので、この分のトルクを補償するように、点火時期を進角させることでトルクが下がることを抑制することができる。

【0026】請求項10の発明によれば、請求項1乃至請求項9のいずれか一つに記載の内燃機関の制御装置において、内燃機関の冷却水温を検出する水温検出手段を備え、前記水温検出手段により検出される内燃機関の冷却水温が0℃から50℃程度までの範囲において、前記付着燃料低減手段により吸気系に付着する燃料量を低減するように前記燃料噴射量を補正する制御を実施する。

【0027】0℃から50℃程度の温度範囲では、燃料の蒸発特性が温度に依存する。温度が低ければ、蒸発しにくくなり、高くなるにつれて蒸発し易くなる。50℃以降では、蒸発特性は温度に依存しなくなるため、本発明を上述の温度範囲にて実施することが好ましい。

【0028】請求項11の発明によれば、請求項4または請求項7に記載の内燃機関の制御装置において、前記付着燃料低減手段は、前記燃料噴射量を増量する排気バルブ進角時増量補正手段を備える。

【0029】排気バルブが進角されているときは、燃焼によって生じる排気ガスが燃焼室内に残留するため燃焼室の体積に流入する吸入空気量が低減する。燃料噴射量は、吸入空気量に応じて設定されるため、排出ガスが燃焼室内に残留することで吸入空気量が減少してしまい、これに応じた燃料噴射量を設定することで燃料噴射量が不足する虞がある。そこで、付着燃料量を低減するために吸気バルブの遅角制御を実施しているときに、排気バルブの進角制御を行い排気ガスを燃焼室内に残留させるときには、燃料噴射量を増量補正することで燃焼が不安定になることを防止することができる。

【0030】請求項12の発明によれば、請求項11に記載の内燃機関の制御装置において、吸気通路に吸入される吸入空気量を調整するために、吸気通路中に配設されるスロットルバルブと、前記スロットルバルブを運転状態に応じて調整するスロットルバルブ制御手段と、前記補正手段が、付着燃料を低減するための補正に比べて、前記燃料噴射量を増量するように補正しているときは、前記スロットルバルブ制御手段により制御されるスロットルバルブの開度を前記吸入空気量が増量されるように制御する。

【0031】これにより、特に、吸気バルブのリフト量を小さく設定することで、燃焼室内への吸気通路の吸気断面積が小さくなる場合は、吸入空気量が不足する虞があるため、上述のように、スロットルバルブの開度を開く側に設定し、吸入空気量を大きく補正するのが好ましい。

【0032】なお、ここで、アイドルスピードコントロールバルブが備えられる内燃機関においては、アイドルスピードコントロールバルブの制御バルブによって、吸入空気量を補正しても良い。

【0033】請求項13の発明によれば、内燃機関の始動を判定する始動判定手段と、内燃機関の始動時に前記吸気バルブのタイミングを始動に適した中間保持機構とを備え、前記遅角制御手段は、前記始動判定手段により内燃機関が始動したと判定されると、内燃機関の始動時に前記中間保持機構により規制された前記所定の開タイミングから前記吸気バルブの開タイミングを遅角する。

【0034】これにより、内燃機関の始動が判定されてからは、中間保持機構で保持される吸気バルブのタイミングから遅角することでピストンが吸気上死点を越えて下がっても、吸気バルブが閉じているので、燃焼室内を大きく負圧に設定することができる。ゆえに、吸気通路中の圧力と燃焼室内の圧力とに大きな差圧が生じて、吸気バルブが開いたときには吸気通路中の吸気流速が向上する。そして、吸気流速が向上することで吸気通路中に



付着する付着燃料量を低減させることができる。

【0035】請求項14の発明によれば、請求項2に記載の内燃機関の制御装置において、触媒が暖機しておらず、かつ、内燃機関がほぼ暖機状態にあるときに内燃機関が半暖機状態であると判断する。ここで、内燃機関がほぼ暖機状態にあるときは、機関停止後、冷却水温が下がり始めた後、下がりきる前に内燃機関が再始動された状態である。

【0036】このような場合、冷間始動時に比べて始動性が安定するため吸気バルブの開タイミングを遅角させたとき、充填効率が悪くなくても十分始動することができる。また、吸気流速が早くなり、燃料の霧化が向上するため燃料の燃焼状態が良くなり、始動時のエミッションを向上することができる。

【0037】また始動時に吸気バルブの開タイミングを既に遅角させているため、始動後、すぐに触媒早期暖機のための点火遅角制御を実行することができる。

【0038】請求項15の発明によれば、前記暖機状態検出手段は、内燃機関の排気通路中に配設されて排気ガス中の有害ガス成分を浄化する触媒コンバータが暖機しておらず、かつ内燃機関がほぼ暖機状態であるとき、内燃機関が半暖機状態であることを検出すると良い。また、より具体的には請求項16のは前記半暖機状態検出手段は、内燃機関の冷却水温、内燃機関始動後の経過時間、吸気温度、内燃機関回転速度の積算値の少なくとも一つを用いることにより内燃機関の半暖機状態を精度良く検出することができる。

【0039】また、請求項16の発明のように、請求項15に記載の内燃機関の制御装置において、内燃機関の半暖機を内燃機関の冷却水温、内燃機関始動後の経過時間、吸気温度、内燃機関回転数の積算値の少なくとも一つを用いることにより、精度良く内燃機関の半暖機状態を検出することができる。

【0040】請求項17の発明によれば、第2のバルブタイミング制御手段は、遅角制御手段により吸気バルブの開タイミングが遅角されている期間、吸気バルブの開タイミングに応じて前記排気バルブの閉タイミングを制御する。

【0041】これにより吸気バルブの開タイミングが遅角されているとき、吸気バルブの開タイミングに応じて最適な排気バルブの閉タイミングを設定することができる。

【0042】通常、排気バルブが開弁しても所定の期間は排気バルブとシリンダとの間にわずかな隙間が生じる。本発明のように吸気バルブの開タイミングを遅角してシリンダ内に負圧を発生させる際には、この隙間の影響を大きく受ける。

【0043】そこで、請求項18に記載の発明のように、排気バルブの閉タイミングを前記排気バルブの開弁後、所定クランク角経過後に前記吸気バルブが開弁する

ように設定するようにすれば、確実に排気バルブとシリンダとが密閉した状態を作ることができるので、吸気バルブの閉タイミングを遅角することにより、効率良くシリンダ内に負圧を発生させることができる。

【0044】

【発明の実施の形態】＜第1の実施例＞以下、この発明を具体化した第1の実施例を図面に従って説明する。図1は、本実施の形態の第1の実施例にかかるエンジン制御装置を示す全体構成図である。

【0045】図1において、エンジン1は火花点火式の4サイクル多気筒内燃機関からなり、その吸気ポートと排気ポートにはそれぞれ吸気管2と排気管3とが接続されている。吸気管2には、図示しないアクセルペダルに連動するスロットル弁4が設けられると共に、吸入空気の圧力を検出するための吸気圧センサ29が配設されている。スロットル弁4の開度はスロットルセンサ20により検出され、同センサ20によればスロットル全閉の状態も併せて検出される。

【0046】エンジン1の気筒を構成するシリンダ6内には図の上下方向に往復動するピストン7が配設され、同ピストン7はコンロッド8を介して図示しないクランク軸に連結されている。ピストン7の上方にはシリンダ6及びシリンダヘッド9にて区画された燃焼室10が形成され、燃焼室10は吸気バルブ11及び排気バルブ12を介して前記吸気管2及び排気管3に連通している。シリンダ6（ウォータジャケット）には、エンジン冷却水の温度を検出するための水温センサ17が配設されている。

【0047】排気管3には2つの触媒コンバータ13、14が配設されており、これら触媒コンバータ13、14は、排ガス中のHC、CO、NO<sub>x</sub>といった三成分を浄化するための三元触媒からなる。上流側の触媒コンバータ13は、下流側の触媒コンバータ14に比べてその容量が小さく、エンジン始動直後の暖機が比較的早い、いわゆるスタートキャタリストとしての役割を持つ。なお、上流側の触媒コンバータ13は、エンジン排気ポート端面から約300mm程度の位置に設けられる。

【0048】触媒コンバータ14の上流側には、限界電流式空燃比センサからなるA/Fセンサ15が設けられ、同A/Fセンサ15は排ガス中の酸素濃度（或いは、未燃ガス中の一酸化炭素の濃度）に比例して広域で且つリニアな空燃比信号を出力する。また、同触媒コンバータ14の下流側には、理論空燃比（ストイキ）を境にしてリッチ側とリーン側とで異なる電圧信号を出力するO<sub>2</sub>センサ16が設けられている。

【0049】電磁駆動式のインジェクタ18には図示しない燃料供給系から高圧燃料が供給され、インジェクタ18は通電に伴いエンジン吸気ポートに燃料を噴射供給する。本実施例では、吸気マニホールドの各分岐管毎に1つずつインジェクタ18を有するマルチポイントイン

ジェクション (MPI) システムが構成されている。シリンダヘッド9に配設された点火プラグ19は、図示しないイグニタから供給される点火用高電圧により発火する。

【0050】この場合、吸気管上流から供給される新気とインジェクタ18による噴射燃料とがエンジン吸気ポートにて混合され、その混合気が吸気バルブ11の開弁動作に伴い燃焼室10内に流入する。燃焼室10内に流入した燃料は、点火プラグ19による点火火花にて着火され、燃焼に供される。

【0051】吸気バルブ11を所定のタイミングで開閉させるための吸気側カム軸21と、排気バルブ12を所定のタイミングで開閉させるための排気側カム軸22とは、図示しないタイミングベルト等を介してクランク軸に駆動連結される。吸気側カム軸21には油圧駆動式の吸気側可変バルブタイミング機構23が設けられ、排気側カム軸22には同じく油圧駆動式の排気側可変バルブタイミング機構24が設けられている。

【0052】吸気側及び排気側可変バルブタイミング機構23、24はそれぞれ、吸気側及び排気側カム軸21、22とクランク軸との間の相対的な回転位相を調整するための位相調整式可変バルブタイミング機構として設けられ、その動作は図示しないソレノイドバルブによる油圧制御に従い調整される。すなわち、吸気側及び排気側可変バルブタイミング機構23、24の制御量に応じて、吸気側及び排気側カム軸21、22がクランク軸に対して遅角側或いは進角側に回転し、その動作に合わせて吸気及び排気バルブ11、12の開閉時期が遅角側或いは進角側に移行する。

【0053】吸気側カム軸21には、同カム軸21の回転位置を検出するための吸気側カム位置センサ25が設けられ、排気側カム軸22には、同カム軸22の回転位置を検出するための排気側カム位置センサ26が設けられている。

【0054】電子制御装置 (ECU) 30は、CPU31、ROM32、RAM33、バックアップRAM34等からなるマイクロコンピュータを中心に構成されている。ECU30は、前記した吸気圧センサ29、A/Fセンサ15、O2センサ16、水温センサ17、スロットルセンサ20及びカム位置センサ25、26の各々の検出信号を入力し、各検出信号に基づいて吸入空気量 $Q_a$ 、触媒上流側及び下流側の空燃比 (A/F)、エンジン水温 $T_w$ 、スロットル開度、カム位置などのエンジン運転状態を検知する。またその他に、ECU30には、 $720^\circ$  CA毎にパルス信号を出力する基準位置センサ27と、より細かなクランク角毎 (例えば、 $30^\circ$  CA毎) にパルス信号を出力する回転角センサ28とが接続され、ECU30は、これら各センサ27、28からのパルス信号を入力して基準クランク位置 (G信号) 及びエンジン回転数 $N_e$ を検知する。

【0055】ECU30は、上記の如く検出した各種のエンジン運転状態に基づき、インジェクタ18による燃料噴射の制御や、点火プラグ19による点火時期の制御や、可変バルブタイミング機構23、24による吸排気バルブ11、12の開閉時期の制御を実施する。

【0056】次に、本実施の形態におけるメインのフローチャートを図2を用いて説明する。まず、ステップS101にてイグニッションスイッチ (以下IG-SWと記す。) がオンされたか否かが判定される。IG-SWがオンされていないならばそのまま本ルーチンを終了する。一方、ステップS101にてIG-SWがオンされたことが検出されると、ステップS102へ進み、内燃機関の冷却水温が所定範囲であるか否かが判定される。所定範囲としては、 $0^\circ\text{C}$ から $50^\circ\text{C}$ 程度までが好ましく、 $50^\circ\text{C}$ 程度を越えると燃料の蒸発特性が温度に依存しなくなるため通常の制御を行えば良い。なお、 $50^\circ\text{C}$ 程度に限定されるものではなく、吸気通路内に付着する燃料の蒸発特性に応じて所定範囲を設定すれば良い。また、このとき、燃料の重質率などの影響も加味して良

い。

【0057】ここで、冷却水温が所定温度範囲以外であると判定されると、通常の制御を行うために、ステップS106乃至ステップS108へ進む。ステップS106では、運転状態に応じた吸気バルブ11の目標開タイミングVT2を算出する。目標開タイミングVT2の算出方法としては、従来より知られる算出方法で良い。ステップS106にて、目標開タイミングVT2を算出すると、ステップS107へ進む。ステップS107では、エンジンの負荷に応じて従来より知られる方法で、燃料噴射時間TAU2、燃料噴射時期2、点火時期 $\theta_{ig2}$ などが算出される。負荷としては、例えば、エンジンの吸気圧力PMと回転速度 $N_e$ とであり、この負荷に応じてベースとなる制御量を算出し、その他の負荷や運転状態、吸気バルブなどの開・閉タイミングに応じて様々な補正が行われ、最終的な制御量を算出する。そして、ステップS108では、吸気バルブ11の開タイミングが目標開タイミングに一致するように、フィードバック制御が行われ、本ルーチンを終了する。フィードバック制御としては、従来より知られるPID制御でも良いし、現代制御を用いても良い。また、フィードバック制御の代わりにオープン制御を用いても良い。

【0058】一方、ステップS102にて、機関温度が所定範囲以内であると判定されると、ステップS103に進み、冷却水温に応じた吸気バルブ11の目標開タイミングが設定される。吸気バルブ11の目標開タイミングVT1は、冷間時に吸気流速を向上するように設定される。より具体的には、開タイミングを通常の開位置よりも遅角することで、ピストン7がTDCから下がっても吸気バルブ11が閉じたままであるために、シリンダ室内10と吸気通路2内に差圧が生じる。吸気バルブ1

1の遅角量が大いほど差圧が大きくなるので、吸気バルブ11が開いたときに大きな吸気流速が生じることになる。吸気バルブ11の開タイミングは、差圧として、30KPa程度が発生するタイミングであると、大きな吸気流速が発生し、吸気通路2内に付着する燃料を高率良く蒸発させることができる。また、吸気バルブ11の開タイミングの設定に際しては、燃焼安定性なども加味すれば、これに限るものではない。

【0059】このように目標開タイミングVT1を設定すると、ステップS104にて吸気バルブ11の開タイミングに応じた燃料噴射時間TAU1、燃料噴射時期1、点火時期θi g lが算出される。(このステップS104の詳細は、後述する。)そして、燃料噴射時間TAU1、燃料噴射時期1、点火時期θi g lが設定されると、ステップS105にて、吸気バルブ11の実開タイミングが目標開タイミングへ一致するようにフィードバック制御し、本ルーチンを終了する。フィードバック制御としては、従来より知られるPID制御でも良いし、現代制御を用いても良い。また、フィードバック制御の代わりにオープン制御を用いても良い。次に、図2のステップS104のサブルーチンとして、吸気バルブ11の開タイミングに応じた燃料噴射時期を算出するためのフローチャートを図3にしたがって説明する。図3のフローチャートは、ECU30により実行される各種処理のうち、図示しないクランク角センサからの信号入力に同期して30〔°CA〕毎に割込処理される。なお、以下の説明において、燃料噴射時期とはインジェクタ18による燃料噴射開始タイミングであるとする。

【0060】まず、ステップS201にて吸気バルブ11の開タイミングを検出し、ステップS202に進む。ステップS202では、吸気バルブ11の開タイミングがTDCより進角側か遅角側かが判定される。吸気バルブ11の開タイミングがTDCより遅角側であるときは、ステップS203へ進む。ステップS203では、吸気バルブ11の開タイミングに応じた燃料噴射時期がマップにより算出され、本ルーチンを終了する。

【0061】なお、吸気バルブ11の開タイミングがTDCより遅角側である場合、吸気流速は、吸気バルブ11の開き始めが最も向上している状態なので、燃料噴射時期は、吸気バルブ11の開タイミングに燃料が吸気バルブ11付近に到達するように設定される。このことを考慮して、ステップS203に示すマップによれば、吸気バルブ11の開タイミングがTDCのとき、燃料噴射時期はBTDC30°CAであり、吸気バルブ11の開タイミングが遅角されることに応じて燃料噴射時期も遅角されるマップである。吸気バルブ11がTDCよりも遅角側であると判定されると、吸気バルブ11の開タイ

$$TAU1 = TP \times (1 + FAF + \dots) \times FAEW \dots (2)$$

次にステップS307に移行して、クランク角センサの入力信号により判別された所定の気筒のインジェクタ1

\*ミングに応じて燃料噴射時期が設定される。以上にように、TDCより遅角側に吸気バルブ11の開タイミングが設定されるときは、吸気流速が向上しているので、このタイミングで燃料が燃焼室10近辺に到達するように燃料噴射時期を設定する。このように設定することで、燃料は燃焼室10内で良好に攪拌されるので、リーン空燃比領域での燃焼でも安定した燃焼を行うことができる。

【0062】一方、吸気バルブ11の開タイミングがTDCより進角側であれば、ステップS204へ進み、吸気バルブ11の開タイミングに応じた燃料噴射時期がマップにより算出され、本ルーチンを終了する。このマップでは、吸気バルブ11の開タイミングがTDCの場合、燃料噴射時期は、BTDC30°CAに設定され、吸気バルブ11の開タイミングがTDCよりも進角するに従って燃料噴射時期も進角するように設定されている。

【0063】次に、上述のように設定された吸気バルブ11の開タイミングと燃料噴射時期とに応じた燃料噴射時間TAU1を算出するためのフローチャートを図4に従って説明する。図4のフローチャートは、ECU30により実行される各種処理のうち、内燃機関1の運転中に行われる燃料噴射制御のためのメインルーチンを示し、クランク角センサからの信号入力に同期して30〔°CA〕毎に割込処理される。

【0064】まず、ステップS301で吸気圧センサ29、水温センサ17、クランク角センサ等からの各入力信号が取込まれる。次にステップS302に移行して、図示しないクランク角センサの入力信号(単位時間当たりのパルス数)から機関回転速度Neが算出される。次にステップS303に移行して、内燃機関1の運転状態における負荷として吸気圧センサ23の入力信号から吸気圧PMが算出される。次にステップS304に移行して、算出された機関回転速度Neと吸気圧力PMとから基本燃料噴射時間TPが次式(1)により算出される。

【0065】

$$【数1】 TP = f(Ne, PM) \dots (1)$$

次にステップS305に移行して、後述の過渡補正係数FAEWが算出される。次にステップS306に移行して、ステップS305で算出された過渡補正係数FAEWや空燃比フィードバック補正係数FAFやその他の別ルーチンで算出される冷却水温に応じた補正係数等に基づいて、最終燃料噴射時間TAUが次式(2)により算出される。

【0066】

【数2】

8が駆動制御され所定の燃料噴射量が供給され、本ルーチンを終了する。

【0067】次に、図4のフローチャートのステップS305にて算出される過渡補正係数FAEW算出の処理手順を示す図5のフローチャートに基づいて説明する。このフローチャートも上述の燃料噴射制御ルーチンと同様に、クランク角センサの信号入力に同期して30〔°CA〕毎に割込処理される。

【0068】まず、ステップS401で、水温センサ17により得られる出力値Thwに基づくマップにより暖機増量補正係数K1を設定する。内燃機関の冷間始動では、機関温度が低いことから、吸気通路2内に付着する燃料量やピストンの上下運動のフリクションなどを考慮して失火が発生しないように、暖機増量補正を行う。ここでいう暖機増量補正係数K1は、従来より知られている始動後の燃料増量を目的とした補正係数である。

【0069】次に、ステップS402にて補正係数2を設定する。補正係数K2は、図6に示すフローチャートに基づいて設定される。このフローチャートでは、燃料噴射時期に応じた補正係数K2を設定している。まず、ステップS501にて吸気バルブ11の実開タイミングが検出され、ステップS502へ進む。そして、ステップS502では、検出された実開タイミングに基づいてマップにより燃料噴射時間TAU1を補正するための補正係数K2を算出する。このマップによれば、吸気バルブ11の実開タイミングがTDCよりも遅角側である場合は、燃料噴射時間TAU1が短くなるように補正され、実開タイミングがTDCの場合には補正されないように設定される。このように補正する理由は、吸気バルブ11の開タイミングが遅角されるほど、吸気通路2と燃焼室10とに生じる差圧により吸気流速が向上するためである。吸気流速が向上すると、吸気通路中に付着する燃料量を低減することができるので、精度良い空燃比制御を実施することができる。また、吸気バルブ11の開タイミングが進角側である場合、補正係数K2は燃料噴射時間TAUが長くなるように設定される。

【0070】補正係数K2は、上述のように吸気バルブ11の実開タイミングに基づいて設定したが、図7に示すように燃料噴射時期1に応じて設定されても良い。図7は、燃料噴射時期に応じて補正係数K2を設定するマップであり、燃料噴射時期がATDC30°CAの場合、補正をしないための係数として1を設定する。燃料噴射時期1が遅角される程、燃料噴射時間TAU1を短くするように補正係数K2に小さな値を設定する。また、燃料噴射時期がATDC30°CAよりも進角側である場合は、燃料噴射時間TAU1が長くなるように設定する。燃料噴射時期1は、吸気バルブ11の開タイミングに応じて設定されることから、燃料噴射時間TAU1の補正係数K2を燃料噴射時期に基づいて設定することも可能である。

【0071】そして、上述のように補正係数K2を設定するとステップS403へ進み、過渡補正係数FAEW

を次式(3)にしたがって算出し、本ルーチンを終了する。

【0072】

$$\text{【数3】 } FAEW = K1 \times K2 \quad \dots (3)$$

つぎに、図2のフローチャートのステップS104において行われる点火時期 $\theta_{ig}$ の算出について、図9のフローチャートを用いて詳細に説明する。まず、ステップS601ではエンジン回転速度Ne、吸気管圧力PM、エンジン水温Thw、吸気バルブ11の実開タイミングを読み出す。ステップS601でエンジン回転速度Ne、吸気管圧力PM、エンジン水温Thw、吸気バルブ11の実開タイミングを読み出すのは、後のステップで、エンジン回転速度Neと吸気管圧力PMとエンジン水温Thwとは基本点火時期を算出するパラメータとなり、吸気バルブ11の実開タイミングは、基本点火時期の補正値を算出するパラメータとなるからである。ステップS602では、エンジン回転速度Neが400rpm以上か否か、すなわち始動時か否かを判定する。ステップS602で始動時か否かを判定するのは、始動時には燃焼を安定させるため、点火時期を遅角する必要がなく、一方、始動後には、吸気バルブ11の遅角制御に応じた点火時期を算出する必要があるからである。ステップS602でYesと判定されるとステップS608に移行し、ステップS608で予め設定された固定点火時期 $\theta_{const}$ を所定のアドレスに格納し、このルーチンを終了する。ステップS602でNoと判定されるとステップS603に移行し、ステップS603でスロットルポジションセンサのセンサ出力を読み込み、スロットルバルブが全開か否か、すなわちアイドルか否かを判定する。ステップS603では、Yesと判定されるとステップS605に移行し、ステップS605で図13に示されるエンジン回転速度Neと基本点火時期 $\theta_{BSE}$ との特性図から基本点火時期 $\theta_{BSE}$ を算出し、ステップS606に移行する。ステップS603でNoと判定されるとステップS604に移行し、予めROM30bに記憶されている吸気管圧力PMとエンジン回転数NEのマップから基本点火時期 $\theta_{BSE}$ を算出し、ステップS606に移行する。ステップS606では、図10に示されるエンジン水温Thwと吸気バルブ11の実開タイミングとの特性図から補正値 $\theta_{BLB}$ を算出し、ステップS607に移行する。図10に示される特性図によれば、エンジン水温が高くなるにつれて補正値 $\theta_{BLB}$ は小さくなる。ステップS607で基本点火時期 $\theta_{BSE}$ から吸気バルブ11の実開タイミングに応じた補正値 $\theta_{BLB}$ を加算した値を新たな点火時期とし、この値を所定のアドレスに格納し、このルーチンを終了する。

【0073】本実施の形態においては、吸気バルブ11の開タイミングを遅角させることで吸気流速を向上させることができるので、吸気通路内に付着する付着燃料を低減することができる。付着燃料の低減により従来の暖

機増量補正を低減することができるので、精度良い空燃比制御を行うことができ始動後の制御精度を向上させることができる。

【0074】本実施の形態を実施したときのタイミングチャートを、図12の(a)乃至(f)を用いて説明する。図12(a)では、エンジン回転速度 $N_e$ を示しており、IG-SWがオン(図中、 $t_0$ )されてからクラッキング状態になる。その後、初爆が行われて、所定の回転速度 $N_e$ として約400rpmに達すると始動判定(図中、 $t_1$ )が行われる。その後、所定のアイドル回転速度 $N_e$ に設定される。このようにエンジンの始動が行われると、図12(b)に示すように機関冷却水温が上昇していく。本実施の形態では、この機関冷却水温が0℃から50℃(図中、 $t_3$ )程度の範囲で行われる。図12(d)では吸気バルブ11の開タイミングを示している。吸気バルブ11の開タイミングを任意に設定するバルブ調整機構は、油圧により駆動されるため、この油圧が所定油圧まで上昇するまで、バルブのタイミングを変更できない。このため、始動後から約4~5秒経過して、バルブ調整機構を駆動できる油圧に到達(図中、 $t_2$ )すると、吸気バルブ11の遅角制御が開始される。従来の始動制御では図中の点線Bに示すように、吸気バルブ11が進角側で開くように設定されている。これに対して本実施の形態では、図中の実線Aに示すように、吸気バルブを遅角側で開くことで吸気通路と燃焼室内との圧力に差圧を生じさせることで吸気流速を向上させている。このとき、噴射される燃料が燃焼室内に到達するタイミングを図12(e)に示すように吸気バルブ11が開くタイミングに設定することで、吸気流速が向上している状態で燃料が燃焼室内に流入する。流入した燃料は、燃焼室内で良好に攪拌されるので安定した燃焼を可能にしている。なお、このとき、本実施の形態では燃料噴射時間TAU1を短くなるように補正しているので、吸気通路に付着する燃料量を低減することができる。さらに、図12(c)に示すように、点火時期を図中に点線で示す従来の点火時期に比して進角させることでトルクを上昇させている。

【0075】上述のように、機関温度が0℃から50℃の範囲にて、吸気バルブ11の開タイミングを遅角し、これに応じて燃料噴射時期、点火時期の制御を行う。さらに、このとき燃料噴射時間TAU1を短くすることで、図12(f)に示すように安定した空燃比制御を実現することができる。

【0076】本実施の形態では、空燃比がストイキ近傍になるように基本噴射量を設定している。始動後では、燃焼を安定させる目的で従来より知られる増量補正が行われるが、吸気バルブを遅角制御することで吸気流速を向上させる。このため、吸気通路中に付着する付着燃料を低減することができるので、精度良い空燃比制御を

施することができる。また、吸気流速が向上することで燃焼室内に流入する燃料が燃焼室内にて良好に攪拌されるので、燃料の分布偏りが低減され、安定した燃焼を行うことができ、失火などによるドラビリの悪化も防止することができる。

【0077】また、空燃比リーンで制御した場合にも、本実施の形態を適用することが可能である。この場合、吸気管圧力 $N_e$ とエンジン回転速度 $N_e$ とに基づいて基本噴射量TPをリーンな空燃比になるように設定し、従来より知られるような冷却水温に応じた増量補正を行う。このときに吸気バルブを遅角することで、吸気流速を向上させるため、吸気通路中に付着する付着量を低減することができる。付着燃料の低減により、付着燃料の一部が解離するなどの空燃比が悪化する原因が低減されるため、精度良い空燃比制御が実施することができる。リーン燃焼では、ストイキ制御に比して燃料噴射量が小さいため、付着燃料によって空燃比が不安定になることが抑制される。特に、リーン燃焼ではトルク変動が生じ易いため、本実施の形態のように制御することで、精度良いリーン燃焼が始動後から行うことができ、トルク変動などのドラビリの悪化を防止することができる。

【0078】本実施の形態において、燃料噴射量制御手段は図2のフローチャートのステップ104と107とに、バルブ調整手段は図2のフローチャートのステップ105と108とに、付着燃料低減手段は図6のステップ502に、遅角制御手段は図2のステップ105に、燃料噴射時期制御手段は図3のフローチャートに、水温検出手段は水温センサ17に、それぞれ相当し、機能する。

【0079】<第2の実施例>第1の実施例では、燃料の暖機増量補正を低減し、燃料噴射制御の精度向上を目的とし、吸気バルブ11の開タイミングを遅角し、点火時期を進角させることで安定した空燃比制御を可能にした。精度良い空燃比制御が可能な理由は、吸気バルブ11の開タイミングを遅角することで吸気流速が向上するため、吸気通路に付着する付着燃料を低減することができるからである。

【0080】本実施の形態では、排気バルブの開閉タイミングを可変に設定することで、排気通路に排出された排気ガスを再び燃焼室内に還流(以降、内部EGRと記す。)させる。この制御を第1の実施例にて実施した吸気バルブ11の遅角制御中に行うことで、排出ガスを燃焼室内に残留させ、排出ガス中の未燃ガス成分を再び燃焼に寄与させることで、エミッションを低減することができる。

【0081】図14のフローチャートを用いて排気バルブ12の目標閉タイミングの設定を説明する。ステップS701にて、吸気バルブ11の遅角制御が実施されているか否かが判定される。ここで、吸気バルブ11の遅角制御が実施されていないと判定されると本ルーチンを

終了する。一方、遅角制御が実施中であると判定されると、ステップ S 702 へ進み、吸気バルブ 11 の実開タイミングを検出する。そして、ステップ S 703 では、吸気バルブ 11 の実開タイミングに応じて排気バルブ 12 の目標閉タイミングを設定する。図 15 に示すように吸気バルブ 11 の遅角量が小さければ、排気バルブ 12 の目標閉タイミングは小さな値に設定され、吸気バルブ 11 の遅角量が大きければ、排気バルブ 12 の目標閉タイミングは大きな値に設定される。また、排気バルブ 12 の目標閉タイミングは進角するほど内部 EGR が増加するため、大きく進角すると燃焼が悪化してしまう懸念がある。そこで、排気バルブ 12 の進角量には所定のガードを設けるようにしても良い。

【0082】このように、第 1 の実施例において排気バルブ 12 を制御することで、内部 EGR 量を増加させても安定した燃焼を確保することができ、エミッションを低減することができる。つぎに説明する図 11 のフローチャートでは、第 1 の実施の形態に加えて排気バルブ 12 の閉タイミングに応じた補正係数 FAEW を算出している。(補正係数 FAEW は、燃料噴射時間 TAU を補正するための補正係数である。) 第 1 の実施例と同様の箇所には同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分について詳細に説明する。

【0083】まず、図 11 のステップ S 401 乃至ステップ S 402 では、第 1 の実施例同様に補正係数 K1、K2 を算出する。そして、ステップ S 703 へ進み、図 8 に示すような排気バルブ 12 の閉タイミングに応じた補正係数 K3 を算出する。補正係数 K3 は、排気バルブ 12 の進角量が小さければ、小さな値に設定され、排気バルブ 12 の進角量が大きければ、大きな値に設定される。なお、図 8 では、排気バルブ 12 の進角量が所定の進角量を越えた所で、一定の値に固定している。この理由は、排気バルブ 12 の進角量を大きく設定することで内部 EGR 量が増加し、燃焼が悪化することを防止するためである。

【0084】このように、第 1 の実施例において排気バルブ 12 を進角させることで、燃焼が悪化せずに、エミッションを低減することができる。

【0085】本実施例において、第 2 のバルブ調整手段は図 14 のフローチャートに、相当し、機能する。

【0086】<第 3 の実施例>次に本発明の第 3 の実施例を説明する。第 2 の実施例では、排気バルブ 12 の閉タイミングを設定する際に、排気通路中に排出される燃焼ガス中に含まれる未燃 HC ガスを燃焼室内に再吸入させて再度燃焼に寄与させることで、エミッションを低減することを目的とした。すなわち、吸気バルブ 11 の開タイミングに基づいて排気バルブ 12 の閉タイミングをオーバーラップ量を設けるように設定し、これにより燃焼ガスを燃焼室内に再吸入させた。これに対して本実施例では、吸気バルブ 11 の開タイミングが遅角されている

期間、排気バルブ 12 の開弁後、所定クランク角 (例えば 20° CA) 経過後に吸気バルブが開弁するように排気バルブ 12 の閉タイミングを設定することに特徴を有する。

【0087】通常、排気バルブ 12 が閉弁しても所定の期間は排気バルブ 12 とシリンダとの間にわずかな隙間が生じる。特に、排気バルブ 12 の閉タイミングを、吸気バルブ 11 と排気バルブ 12 とが同時に開弁している期間がなくなるように設定しても隙間が生じているために燃焼室内に十分な負圧を得ることができない。従って、第 1 実施例のように吸気バルブ 11 の開タイミングを遅角したときに燃料噴射量を減量補正しても吸気流速が向上せずに燃焼が不安定になる虞がある。

【0088】これに対して本実施例では、上述のように排気バルブ 12 の閉タイミングを吸気バルブ 11 の開タイミングよりも 20° CA 程度進角側に設定することにより、確実に排気バルブ 12 とシリンダとが密閉した状態を作ることができる。故に、本実施例での排気バルブ 12 の閉タイミングの設定によって、吸気バルブ 11 の閉タイミングを遅角することにより、効率良くシリンダ内に負圧を発生させることができ、燃料噴射量を減量補正しても安定した燃焼を図ることができる。なお、本実施例では吸気バルブ 11 の目標閉タイミングを VT、排気バルブ 12 の目標閉タイミング VH、燃料噴射時期 Ftmg とし、その他のパラメータを第 1 の実施例と同様であるとして説明を行う。

【0089】以下、詳細に説明する。全体構成、ECU の構成等は第 1 の実施例と同じであるため説明を省略する。まず、図 17 のフローチャートを用いて本実施例の制御について、プログラムの内容を説明する。このプログラムは、エンジン 1 の図示しないクランク軸の所定クランク角度毎に起動されるプログラムである。まず、ステップ S 801 にて、クランキングによりエンジン 1 が駆動されてからエンジンの始動が完了したかが判定される。始動完了の判定としては、例えば、エンジン回転速度 Ne が所定回転数として、400 rpm、若しくは 1000 rpm を越えたかが判定条件となる。ここで、エンジン回転速度 Ne が 400 rpm を越えていない場合にはステップ S 802 へ進む。ステップ S 802 では、始動時の制御として、排気バルブ 11 の閉タイミングを進角側に設定するとともに、吸気バルブ 11 の開タイミングとして、固定位置を設定する。本実施例の場合、吸気可変バルブタイミング機構 25a には図示しない中間位置ストッパが設けられており、吸気バルブ 11 の開タイミングを、例えば吸気 BTD 5° CA に機械的に固定する。

【0090】排気バルブ 12 の閉タイミングを進角側に設定する理由は次の通りである。吸気バルブ 11 と排気バルブ 12 とが同時に開弁していることによって、排気通路 7 に排出された燃焼ガスを再び燃焼室内に供給させ



る制御が知られている。この制御は、排気通路中に排出された燃焼ガスを再び燃焼に寄与させる所謂 EGR 制御である。しかしながら、EGR 制御による再吸入燃焼ガス量は、吸気通路中の圧力と排気通路中の圧力との差圧によってその再吸入量が決まるため、始動時のように、吸気通路中の圧力として大きな負圧が得られない運転状態では、燃焼室内に十分な燃焼ガスを再吸入させることができず、燃焼ガスに含まれる未燃 HC ガスを再度燃焼に寄与させるという EGR 効果を得ることができない。このため、吸気通路中の圧力として大きな負圧が得られない始動時には、排気バルブ 12 の閉タイミングを吸気 TDC よりも進角側に設定することによって燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めて EGR 効果を得ることを目的としている。また、このとき、始動時の点火時期としては通常の点火時期がセットされて本ルーチンを終了する。

【0091】一方、ステップ S801 にて、始動が完了したと判定される場合にはステップ S803 へ進む。ステップ S803 では触媒早期暖機の実行条件が成立しているかが判定される。この実行条件としては、エンジン水温  $T_{hw}$  が所定温度範囲であるかである。この所定温度範囲としては、例えば、極低温ではない冷却水温度として、例えば  $-10^{\circ}\text{C}$  から、暖機状態としての  $80^{\circ}\text{C}$  までの温度範囲が好ましい。ここで、早期暖機実行条件が成立するとステップ S804 へ進む。ステップ S804 では、点火時期として所定量遅角させる値をセットし、ステップ S805 へ進む。ステップ S805 では、エンジン 1 が始動してから所定時間①内であるかが判定される。ここで、所定時間①は、燃焼が改善して後燃えが発生する期間である。

【0092】後燃えが成立する条件とは、排気温度が所定温度以上として、例えば  $800^{\circ}\text{C}$  以上であり、空燃比が所定リーンとして、例えば 15 以上である。なお、燃料噴射制御については後述する。このような条件が成立する場合、排気通路中には高い酸素濃度と、高い温度とが存在するため、排気通路に排出される燃焼ガスに含まれる未燃 HC ガスが酸化反応を起こして浄化される。

【0093】ここで、所定期間①内であると、ステップ S806 へ進み、オーバーラップ制御を実行する。オーバーラップ制御とは、EGR 効果を得るための制御であり上述の EGR 制御と同一の制御である。すなわち、吸気バルブ 11 と排気バルブ 12 とが同時に開弁している期間を設定することによって、排気通路中に一度排出された燃焼ガスを再び燃焼室内に再吸入させる。一度排出された燃焼ガスを燃焼室内に再吸入させることによって燃焼ガス中に含まれる未燃 HC ガスを再び燃焼に寄与させることによってエミッションが悪化することを抑制することができるというものである。特に、冷却水温  $T_{hw}$  が冷間運転状態である場合には、燃焼室内の温度が低いことから燃焼が不安定であり、未燃 HC ガスが多量に発生する。そして、更に三元触媒 19 が暖機状態に達成して

いないときには、有害ガス成分の浄化率が低い為にそのまま大気に未燃 HC ガスを排出してしまう。このことから、EGR 効果によって大気に排出される未燃 HC を抑制して、エミッションの悪化を抑制することができる。

【0094】次に、この吸気バルブ 11 と排気バルブ 12 との具体的な設定方法を以下に示す。まず、吸気バルブ 11 の目標開タイミングとしては始動時に設定された開タイミングが継続してセットされる。一方、排気バルブ 12 の閉タイミングは、オーバーラップ量を考慮して、例えば、吸気 ATDC  $10^{\circ}\text{CA}$  に設定する。すなわち、ここでは、吸気通路中の圧力がオーバーラップによる EGR 効果を得るのに必要な負圧となるため、排気バルブ 12 を遅角してオーバーラップ量を設定することによる EGR 効果を利用している。そして、始動後から所定時間①が経過するまでは、以上のようにして点火時期が遅角されて、排気バルブ 12 の閉タイミングがオーバーラップ量を考慮して遅角される。これにより、EGR 効果を利用して、燃焼ガスに含まれる未燃 HC を低減できるので、エミッションの悪化を抑制することができる。

【0095】一方、所定時間①が経過した場合には、後燃え条件が成立し、排気通路中の燃焼ガスに含まれる未燃 HC ガスが酸化反応によって浄化されるので、EGR 効果による未燃 HC ガス低減効果を必要としない。そこで、ステップ S809 へ進み、アンダーラップ制御を実行する。図 13 に示すフローチャートは、アンダーラップ制御のサブルーチンであり、このステップ S809 の処理が実行される毎に呼び出されるプログラムである。この制御では、次の理由により吸気バルブ 11 と排気バルブ 12 とのタイミングを目標アンダーラップ量に基づいて設定する。

【0096】まず、所定期間①が経過して後燃え条件が成立すると空燃比をリーンにすることが必要になる。しかしながら、オーバーラップによる EGR 制御実行時に空燃比をリーンに制御すると、燃焼が安定していないために回転変動を発生させてしまう。このため、燃焼室内での燃焼が安定させるために、吸気バルブ 11 の開タイミングを吸気 TDC よりも遅角側に設定する。このように、吸気バルブ 11 の目標開タイミングを遅角することで吸気通路中の圧力と燃焼室内の圧力とに差圧を生じさせる。この差圧を生じさせることで、吸気バルブ 11 が開弁したときの吸気流速を向上させることができるので、インジェクタ 16 により噴射される燃料の霧化を促進させて燃焼が改善される。故に、後述する燃料噴射制御により燃焼空燃比をリーンに設定しても燃焼安定性が悪化することを防止することができる。

【0097】さらに、排気バルブ 12 の閉タイミングを目標アンダーラップに基づいて設定する。吸気流速を向上させるために吸気バルブ 11 の開タイミングを遅角させても排気弁の閉じタイミングが閉タイミングと近い場

合には排気バルブ 12 とシリンダ壁面との密閉状態が確保されていない虞があるため、燃焼室内と吸気通路との差圧を十分に確保できない問題がある。そのため、所定のアンダーラップ量を設定することによって、燃焼室内と吸気通路とに十分な差圧を確保することができる。

【0098】以下、図 18 のフローチャートを用いてアンダーラップ制御の処理について説明する。まず、ステップ S901 の処理を実行する。このステップ S901 の処理では、エンジンの負荷として、吸気圧力 PM やエンジン回転速度 Ne や冷却水温 Thw 等を ECU 80 内の RAM から呼び出す。そして、ステップ S902 では、吸気バルブ 11 の開タイミング VT として、目標開タイミング VT を図 21 に示すマップに基づいて演算する。このマップによれば、吸気圧力 PM として絶対圧が高いほど遅角側に目標開タイミング VT2 が目標開タイミング VT2 として設定され、絶対圧が小さいほど進角側の目標開タイミング VT2 に設定される。すなわち、このマップでは、燃焼室内と吸気通路内との差圧として、吸気流速が向上するのに必要となるように吸気バルブ 11 の開タイミングの遅角量が設定されている。

【0099】次に、ステップ S903 にて、目標アンダーラップ量 ULT を演算により求める。目標アンダーラップ量は、上述したように吸気バルブ 11 の開タイミングと排気バルブ 12 の閉タイミングとが近い場合に、燃焼室内を十分に密閉することができない虞があるので、吸気流速を十分に向上させることができずに燃焼が悪化してしまう可能性がある。このため、目標アンダーラップ量 ULT の設定では、図 22 に示すマップのように、回転変動 ΔNe により、燃焼安定性が悪化していることを代用する。すなわち、回転変動 ΔNe が大きくなったときには、吸気バルブ 11 の開タイミングと排気バルブ 12 の閉タイミングとの位置が近いために燃焼室を十分に密閉することができず、燃焼室内と吸気通路との差圧が十分にはならない。ゆえに、吸気流速が向上せずに燃焼が悪化していると判断する。このため、ΔNe が大きくなった場合には、目標アンダーラップ量 ULT を大きく設定し、ΔNe が小さい場合には、燃焼室の十分な密閉が確保されていると判断して小さな目標アンダーラップ量 ULT を設定する。

【0100】さらに、図 23 に示すマップのように空燃比に応じて所定の係数 1 を設定しても良い。この係数 1 は前述の回転速度変動 ΔNe に応じて設定される目標アンダーラップ量 ULT に対する補正係数である。図 23 によれば、係数 1 は空燃比がリーンなほど大きな値に設定され、一方、空燃比がリッチなほど小さな値に設定される。すなわち、空燃比がリーンであるほど燃焼安定性が悪化するために、アンダーラップ量 ULT を大きく設定することによって、シリンダ内の密閉性を空燃比がリッチであるときに比して高くしても良い。

【0101】また、図 24 のマップに示すように吸気バ

ルブ 11 の吸気 TDC からの遅角量に基づいて係数 2 を設定しても良く、このマップによれば、遅角量が小さいほど係数 2 は小さな値に設定され、大きな遅角量であるほど大きな係数 2 に設定される。この係数 2 も係数 1 と同様に目標アンダーラップ量 ULT を補正するための補正係数である。この係数 2 は、吸気バルブ 11 の開タイミングとして、吸気 TDC からの遅角量が大きいほど、シリンダ内の圧力が大きく負圧になるためによりシリンダの密閉性を確保する必要がある。そこで、上述のように遅角量に応じて係数 2 を設定しても良い。

【0102】なお、この係数 1 および/または係数 2 を図 22 で設定する目標アンダーラップ量 ULT に対する補正係数として用い、実際の演算ではこれらの係数を乗じる、若しくは加算することによって目標アンダーラップ量 ULT を演算しても良い。

【0103】そして、ステップ S902 にて設定された、吸気バルブ 11 の目標開タイミング VT2 に、ステップ S903 にて設定された、目標アンダーラップ量 ULT を加算することによって排気バルブ 12 の閉タイミング VH として、上述の演算によって求めた目標閉タイミング VH2 を設定し、本ルーチンを終了する。

【0104】以上示した図 12 のステップ S809 にて呼び出されるアンダーラップ制御は、ステップ S803 にて触媒早期暖機が実行されておらず、ステップ S807 にて燃焼が悪化したとき、若しくは燃焼安定化制御が実行されているときにも実行される。例えば、燃焼空燃比をリーン限界付近で制御するような場合に、リーンな空燃比ではトルク変動が大きいためエンジン回転速度変動を生じやすい。このため燃焼安定化制御では、燃焼を安定させるために、回転速度変動を抑制するように燃料噴射量、点火時期等を制御する。すなわち、燃焼が悪化した場合、若しくは、前述の燃焼悪化制御の実行中には、ステップ S808 にて点火時期を設定し、ステップ S809 にてアンダーラップ制御を実行して本ルーチンを終了する。

【0105】一方、燃焼悪化しておらず、かつ、燃焼悪化制御を実行していなければ、ステップ S807 の判定が否定 (NO) されて、ステップ S810 へ進む。ステップ S810 では、触媒の早期暖機制御を実行したかを判定する。ここで、早期早期暖機制御を実行していないと判定されると、ステップ S810 の判定は否定 (NO) されて、ステップ S813 へ進み、始動後通常制御を実行し本ルーチンを終了する。一方、早期暖機制御が実行されたと判定されると、ステップ S811 へ進み、早期暖機制御からの通常の制御への復帰制御を完了したかが判定される。復帰制御が完了していれば、ステップ S811 の判定が肯定 (YES) されて、ステップ S812 へ進む。

【0106】ステップ S812 に示す始動後通常制御は、吸気バルブ 11 の開タイミングと排気バルブ 12 と



の開タイミングとを、それぞれ図 19 と図 20 とに示すマップにより演算する制御である。まず、吸気バルブ 11 の目標開タイミング  $V_{T1}$  の設定方法では、吸気通路中の圧力  $P_M$  と回転速度  $N_e$  とのパラメータにより予め図 14 に示すマップにより目標開タイミング  $V_{T1}$  を目標開タイミング  $V_T$  として設定する。このマップによれば、運転状態に応じた吸気バルブ 11 の目標開タイミング  $V_T$  を設定することができる。また、排気バルブ 12 の目標開タイミング  $V_H$  の設定方法では、吸気バルブ 11 の設定方法と同様に、吸気通路中の圧力  $P_M$  と回転速度  $N_e$  とのパラメータにより予め図 22 に示すマップにより目標開タイミング  $V_{H1}$  を目標開タイミング  $V_H$  として設定する。このマップでも同様に、運転状態に応じた最適な開タイミング  $V_H$  として、目標開タイミング  $V_{H1}$  を設定することができる。また、点火時期として、従来より知られる機関暖機後の点火時期の設定方法により点火時期を設定する。具体的な点火時期の設定方法としては、運転状態に応じて最もトルクが発生する点火時期が設定されるとともに、ノックが発生する領域ではノックの発生に基づいて点火時期を所定角度遅角し、その後徐々に進角する従来より知られるノック制御も同時に行う。

【0107】一方、ステップ S811 にて、早期暖機から通常運転への復帰制御が完了していなければ、ステップ S811 の判定は否定 (NO) されて、ステップ S813 へ進み、復帰制御を実施する。復帰制御では、触媒早期暖機時の点火時期と吸気バルブ 11 の目標開タイミング  $V_{T2}$  と排気バルブ 12 の閉タイミング  $V_H$  として、目標閉タイミング  $V_{H2}$  から、始動後通常制御で設定される点火時期と吸気バルブ 11 の目標開タイミング  $V_{T1}$  と排気バルブ 12 の目標閉タイミング  $V_{H1}$  へと徐々に切り換える制御を実施する。具体的には、切換え前のそれぞれの目標値に所定値ずつ加算・若しくは減算して、切換え後の目標値に到達するように始動後の通常制御への復帰中の目標値を設定し、本ルーチンを終了する。

【0108】次に、本実施例の燃料噴射制御について説明を行う。本実施例では第 1 の実施例と同様の燃料噴射制御を実施する。すなわち、吸気バルブ 11 の開タイミングに応じた燃料噴射量制御を実施することで吸気流速に応じた燃料噴射制御を実施することができる。本実施例では、吸気バルブ 11 の開タイミングが遅角されるのは、後燃え条件が成立したときなので、排気通路中の燃焼ガス温度 (排気温度) が所定温度以上であり、この状態にて燃料噴射量を減量補正するようになる。故に、排気通路中の燃焼ガスに含まれる未燃 HC ガスが酸化反応により浄化されるので、第 2 の実施例のようにオーバーラップ期間の設定による内部 EGR 効果を必要としない。

【0109】また、燃料噴射時期制御については、図 25 のフローチャートに示す処理を実施する。このフロー

チャートでは第 1 実施例と同様の部分には同一の番号を付して説明を省略し、異なる部分を説明する。ステップ S202 にて肯定 (YES) されると、ステップ S203' にて燃料噴射時期  $F_{tmg}$  をマップにより設定する。第 1 実施例では、燃料噴射時期  $F_{tmg}$  を吸気バルブ 11 が開弁するタイミングに燃料が到達するように設定した。これに対して本実施例では、以下の理由により吸気バルブ 11 の開タイミングから所定期間遅れて燃料が到達するように設定する。具体的には、第 1 実施例のマップに比して、燃料噴射時期  $F_{tmg}$  を遅角側にオフセットして燃料噴射時期  $F_{tmg}$  を設定する。

【0110】このように燃料噴射時期  $F_{tmg}$  を設定する理由は、吸気バルブ 11 が開弁開始時には吸気バルブ 11 がリフト量が小さいために、吸気通路から燃焼室への開口断面積が小さい。故に、燃料を噴射しても燃焼室内に燃料が供給されない虞がある。そこで、本実施例では吸気バルブ 11 の開タイミングに燃料が到達するように燃料噴射時期  $F_{tmg}$  を設定したのに対して、所定のオフセットにより燃料噴射時期  $F_{tmg}$  を遅角させることで開口断面積が十分な状態で燃料が燃焼室内に供給されることとなる。

【0111】つぎに、以上のようにして制御される吸気バルブ 11 の目標開タイミングと排気バルブ 12 の目標閉タイミングと点火時期制御と燃料噴射制御とについて図 26 のタイムチャートを用いて以下に説明する。

【0112】まず、時刻  $t_0$  にてドライバによりクラッキングが開始されるとエンジン回転速度  $N_e$  が初爆し、エンジン回転速度  $N_e$  が上昇する。このとき、点火時期と吸気バルブ 11 の開タイミング  $V_T$  は始動性を考慮した固定値に設定される。一方、排気バルブ 12 は、EGR 効果により未燃 HC ガス成分を低減するが、始動時には吸気通路中の圧力と大気圧との差圧が小さいためにオーバーラップ量を設定しても燃焼ガスを燃焼室内に再吸入させることが困難となる。そこで、排気バルブ 12 の始動時には閉タイミング  $V_H$  を吸気 TDC よりも進角させることで燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めることによって EGR 効果を得ている。なお、この排気バルブ 12 の閉タイミング  $V_H$  は、吸気バルブ 11 の開タイミング  $V_T$  と目標アンダーラップ量  $U_{LT}$  とによって設定される。

【0113】そして、エンジン回転速度  $N_e$  が例えば 4000 rpm となると時刻  $t_1$  にてエンジンの始動完了が判定される。エンジンの始動完了が判定され、かつ、エンジン冷却水温  $T_{hw}$  が所定温度範囲であると、触媒早期暖機制御の実行条件が成立する。時刻  $t_1$  にて触媒早期暖機制御の実行条件が成立すると、点火時期  $\theta_{ig}$  が吸気 TDC よりも遅角されて A TDC  $10^\circ$  CA に設定される。点火時期  $\theta_{ig}$  が遅角されると、燃焼が緩慢になることで通常の燃焼温度のピークよりも小さなピークになるが、排気バルブ 12 が開弁されても通常の燃焼温度に比して燃焼温度が高く維持されるので排気通路中の

燃焼ガス温度を高くすることができる。

【0114】吸気バルブの開タイミングV Tは始動時の固定値が設定されるが、排気バルブ12の開タイミングV Hは、時刻t 1以降では吸気通路中の圧力が所定負圧に達しているため、オーバーラップ量を設定することで燃焼ガスを燃焼室内に再吸入させることができる。そこで、排気バルブ12の開タイミングV Hは吸気バルブ11の開タイミングV Tよりも遅角側に設定される。このときの、排気バルブ12の開タイミングV Hは目標アンダーラップ量U L Tを $-15^{\circ}$  C A、すなわち $15^{\circ}$  C Aのオーバーラップ量を設定し、E G R効果を得る。

【0115】エンジン始動から所定時間④が経過して時刻t 3になると、排気通路中の燃焼ガス温度が800℃程度になるので、後燃え条件が成立する。後燃え条件が成立すると、燃料噴射時間T A Uを短く補正（燃料噴射量を減量補正）して空燃比A / Fをリーンに制御するとともに、吸気バルブ11の開タイミングV Tを遅角する。なお、燃料噴射時間T A Uは、吸気バルブ11の開タイミングに基づいて設定される。具体的には吸気バルブ11の開タイミングV Tが吸気流速を向上させるために遅角されているときには、遅角量に応じて燃料噴射時間T A Uを短く補正する。

【0116】燃焼ガス温度が800℃程度である場合、排気通路中の未燃H Cガスが排気通路中の酸素と酸化反応する。しかしながら、排気通路中の未燃H Cガスを十分に酸化反応によって浄化させるためには、燃焼空燃比A / Fとしてリーン空燃比であることが必要である。ところで、冷間始動時にリーン空燃比での制御を実施する場合、暖機後に比して燃焼が不安定になり易いので燃焼状態を安定化させることが必要である。そこで、時刻t 3から時刻t 4では燃焼を安定させるために吸気バルブ11の開タイミングV Tを吸気T D Cよりも遅角させている。これは吸気行程になってからピストンがT D Cから下方に下がる時に、吸気バルブ11が開弁しているため燃焼室内の圧力が大きく負圧となる。このため、吸気バルブ11が開弁する際には、吸気通路と燃焼室内とに大きな差圧ができるため吸気流速が向上する。故に、本実施例では、吸気バルブ11の開タイミングに応じて吸気流速が高いタイミングで燃料噴射タイミングF t m gを設定するので、インジェクタにより噴射される燃料の霧化が促進されて燃焼を安定化させることができ、触媒早期暖機制御実行時に、安定したリーン燃焼を実現することができる。

【0117】このとき、排気バルブ12の開タイミングV Hは、吸気バルブ11の開タイミングV Tと目標アンダーラップ量U L Tとに基づいて設定される。吸気バルブ11の開タイミングV Tを吸気T D Cよりも遅角することで、燃焼室内の圧力を大きく負圧にするが、排気バルブ12の開タイミングV Hが吸気バルブ11の開タイミングV Tに近いと燃焼室の密閉性を保つことができ

ず、燃焼室内を大きく負圧とすることができない。このため、目標アンダーラップ量U L Tを所定クランクアングルとして、 $20^{\circ}$  C Aに設定し、これに基づいて排気バルブ8の開タイミングV Hを設定する。これにより、燃焼室内を密閉化することができ、吸気流速の向上を維持することができ、燃焼安定性を悪化させることを防止することができる。

【0118】時刻t 5にて触媒の早期暖機制御が終了すると点火時期 $\theta$  i gを時刻t 6までに徐々に通常の点火時期へと復帰させる。なお、吸気バルブ11の開タイミングV Tと排気バルブ12の開タイミングV Hとは時刻t 5において図26のタイムチャートのようにステップ的に通常の制御に復帰しても良いし、復帰制御により徐々に通常の制御に復帰させても良い。

【0119】本実施例では、吸気対応制御手段は図18のステップS 903に、暖機状態検出手段は図17のフローチャートのステップS 803にて早期暖機実行するかを判定する手段に、半暖機状態検出手段は内燃機関始動後の経過期間や、吸気温度、エンジン回転速度の積算値の少なくとも一つに基づいてエンジンの半暖機状態を検出する手段に相当し、それぞれ機能する。

【0120】（その他の実施例1）本実施例では、第3の実施例において暖機状態を検出する暖機状態検出手段を備えて、内燃機関の始動時にこの暖機状態検出手段により内燃機関が半暖機状態であることが検出されたときに内燃機関の始動時に吸気バルブ11の開タイミングV Tを吸気T D Cよりも遅角するようにしても良い。

【0121】また、この暖機状態検出手段は、三元触媒19が暖機しておらず、かつ、内燃機関がほぼ暖機状態であるとき、内燃機関が半暖機状態であることを検出する。この具体的な手法としては、エンジン水温T h wやエンジン始動後の経過時間、吸気温度T h a、エンジン回転速度N eの積算値の少なくとも一つに基づいて半暖機状態を検出すると良い。

【0122】（その他の実施例2）第1、第2、第3の実施例では、吸気バルブ12を遅角させることで吸気流速を向上させた。本実施例では、バルブリフト量を可変に設定することができる機構を備えるものにおいて、吸気流速を向上させるように制御（バルブリフト量制御手段）することで第1、第2、第3の実施の形態同様の効果を奏することを目的とする。

【0123】第1の実施例において、吸気バルブ11の目標開タイミングを設定することに換えて、図16に示すように吸気バルブ11のリフト量を小さくする。バルブリフト量は、小さなリフト量では、吸気断面積が小さくなるために吸気流速が大きくなり、大きなバルブリフト量では、通常の吸気流速になる。このようにバルブリフト量に応じて吸気流速が向上すると、吸気通路に付着する燃料量を低減することができ、安定した空燃比制御を実施することができる。

【0124】なお、このときバルブリフト量を小さく設定することで、燃焼室内への吸気断面積が小さくなるので、燃焼室内に流入する吸入空気量が不足する虞がある。このときに、スロットルバルブの開度を開く側に設定（スロットルバルブ制御手段）してやるので、吸入空気量が不足することなく精度良い制御を実施することができる。なお、アイドルスピードコントロール機構を備える内燃機関においては、前記機構のコントロールバルブを制御することで吸入空気量を補償しても良い。

【図面の簡単な説明】

【図面 1】本発明の概略構成図

【図面 2】第 1 の実施の形態のメインのフローチャート。

【図面 3】第 1 の実施の形態において、燃料噴射時期を算出する処理を示すフローチャート。

【図面 4】第 1 の実施の形態において、燃料噴射時間 TAU を算出する処理を示すフローチャート。

【図面 5】第 1 の実施の形態において、補正係数 FAEW を算出する処理を示すフローチャート。

【図面 6】第 1 の実施の形態において、補正係数 K2 を算出する処理を示すフローチャート。

【図面 7】第 1 の実施の形態において、吸気バルブの開タイミングに応じた補正係数 K2 を算出するための図。

【図面 8】第 2 の実施の形態において、排気バルブの開タイミングに応じた補正係数 K3 を算出するための図。

【図面 9】第 1 の実施の形態において、点火時期  $\theta_{ig}$  を算出する処理を示すフローチャート。

【図面 10】第 1 の実施の形態において、吸気バルブの開タイミングに応じた点火時期  $\theta_{ig}$  を補正するための補正係数  $\theta_{BLB}$  を算出するための図。

【図面 11】第 2 の実施の形態において、補正係数 FAEW を算出する処理を示すフローチャート。

【図面 12】第 1 の実施の形態が実施されたときのタイミングチャート。

【図面 13】第 1 の実施の形態において、基本点火時期  $\theta_{BSE}$  を算出するための図。

【図面 14】第 2 の実施の形態において、吸気バルブの開タイミングに応じた排気バルブの開タイミングを設定する処理を示すフローチャート。

【図面 15】第 2 の実施の形態において、吸気バルブの開タイミングに応じた排気バルブの開タイミングを設定するための図。

【図面 16】その他の実施の形態において、バルブリフト量に対する吸気流速を示す図。

【図面 17】第 3 実施例のメインのフローチャート。

【図面 18】第 3 実施例のアンダーラップ量 ULT 設定のフローチャート。

【図面 19】第 3 実施例の吸気通路の圧力と回転速度とに応じた吸気バルブの開タイミングを設定するためのマップ。

【図面 20】第 3 実施例の吸気通路の圧力と回転速度とに応じた排気バルブの開タイミングを設定するためのマップ。

【図面 21】第 3 実施例の吸気通路の圧力に応じた吸気バルブの開タイミングを設定するためのマップ。

【図面 22】第 3 実施例の回転速度変動に応じて設定される目標アンダーラップ量を設定するためのマップ。

【図面 23】第 3 実施例の空燃比に応じて目標アンダーラップ量を補正する為の係数 1 を設定するためのマップ。

【図面 24】第 3 実施例の吸気バルブの遅角量に応じて目標アンダーラップ量を補正するための係数 2 を設定するためのマップ。

【図面 25】第 3 実施例の燃料噴射時期算出処理を示すフローチャート。

【図面 26】第 3 実施例の制御動作を示すタイムチャート。

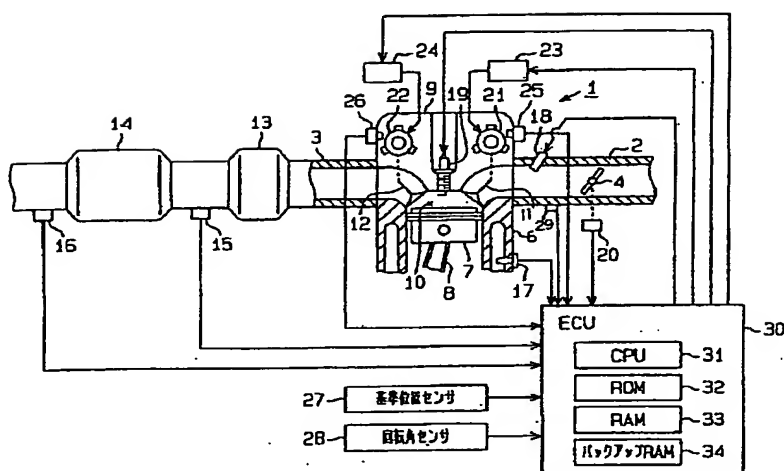
【符号の説明】

- 1…内燃機関としてのエンジン、
- 2…吸気管、
- 3…排気管、
- 19…点火プラグ、
- 11…吸気バルブ、
- 12…排気バルブ、
- 18…インジェクタ、
- 19…点火プラグ、
- 20…スロットルセンサ、
- 21…吸気側カム軸、
- 22…排気側カム軸、
- 23…吸気側可変バルブタイミング機構、
- 24…排気側可変バルブタイミング機構、
- 27…基準位置センサ、
- 28…回転角センサ、
- 30…ECU。

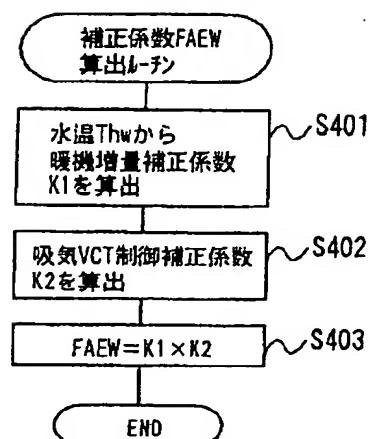
(17)

特開2002-242713

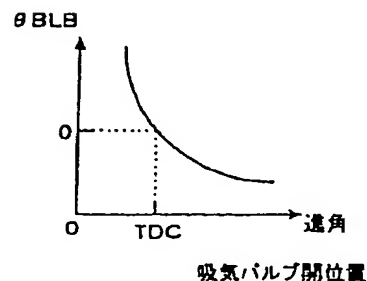
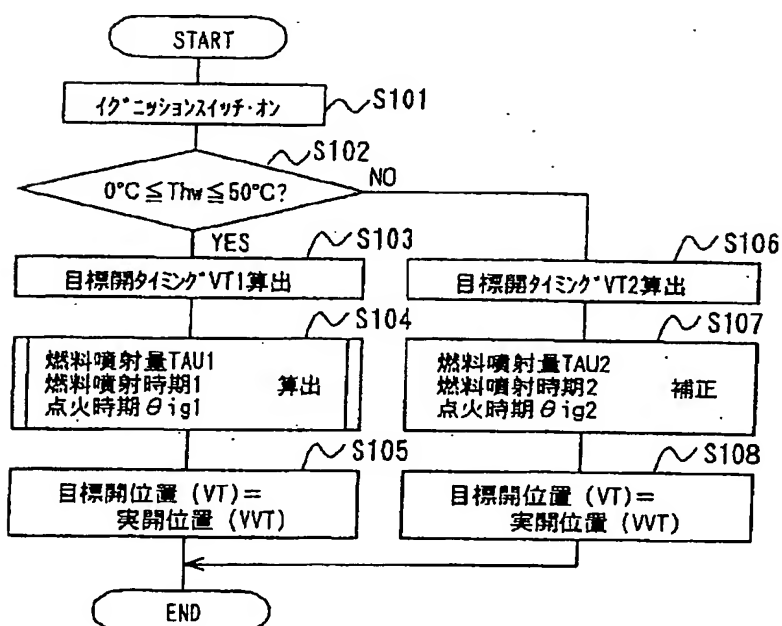
【図面1】



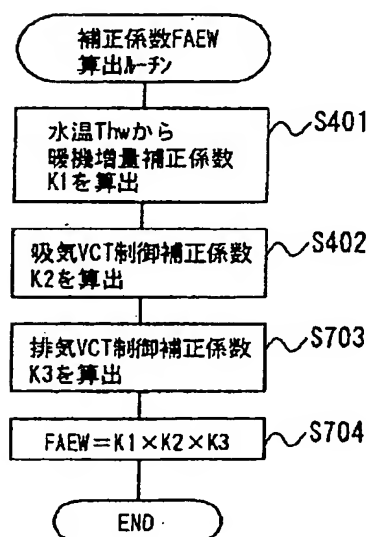
【図面5】



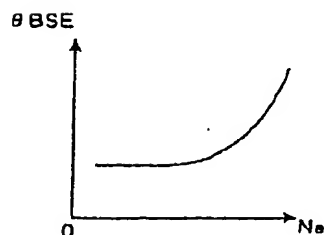
【図面2】



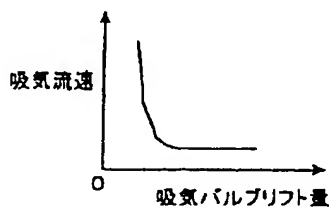
【図面11】



【図面13】



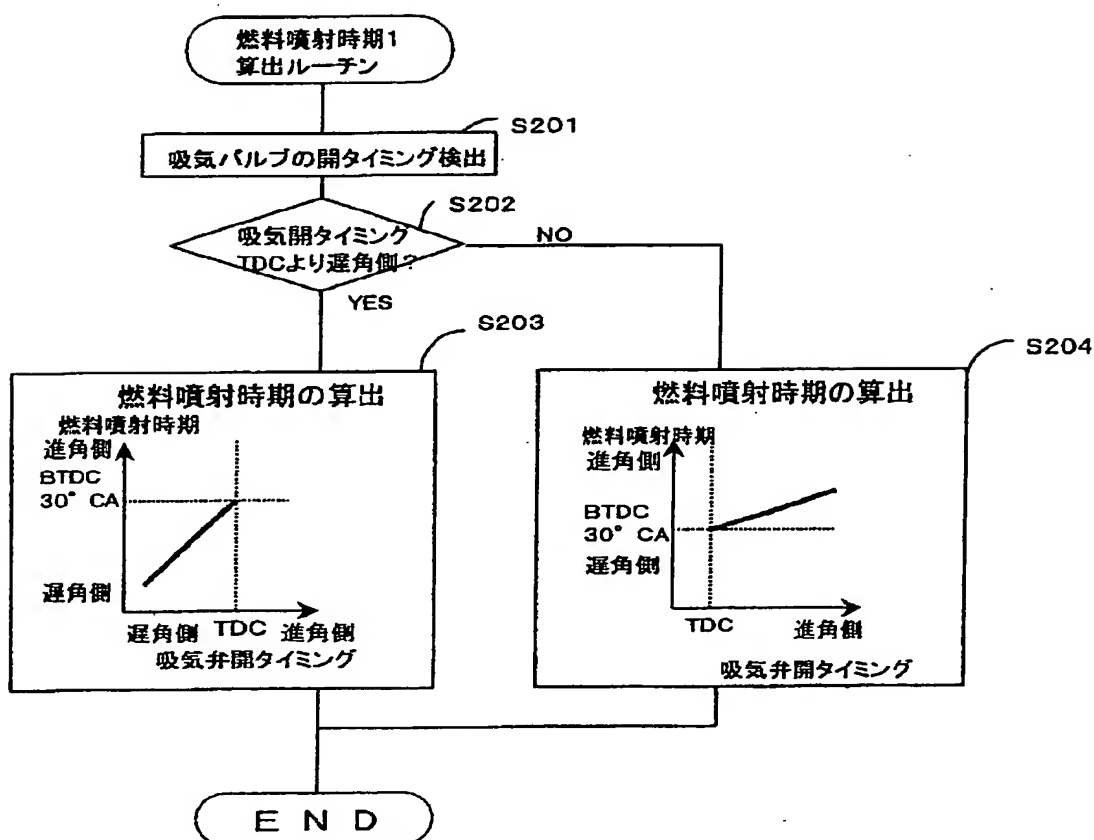
【図面16】



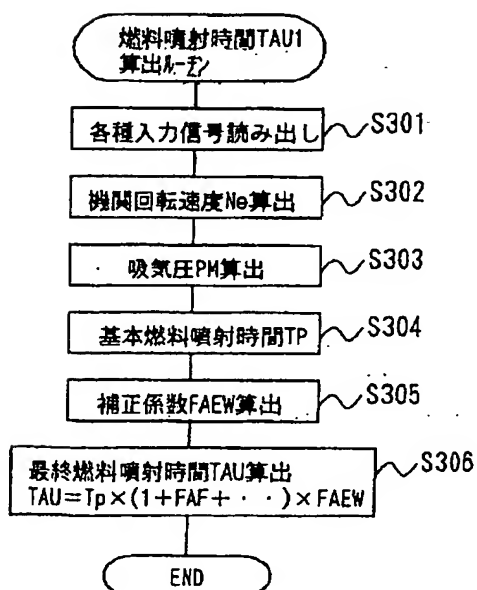
(18)

特開2002-242713

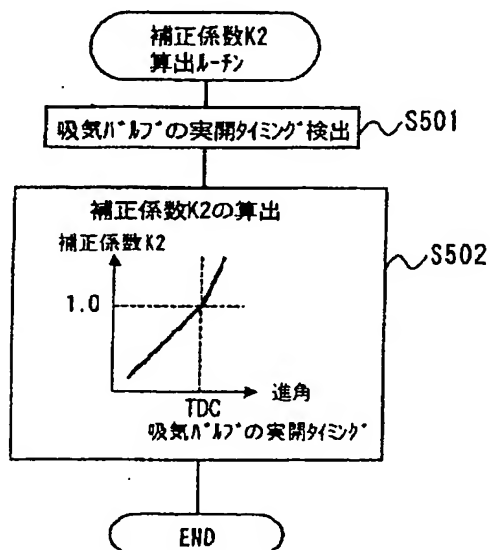
【図面3】



【図面4】



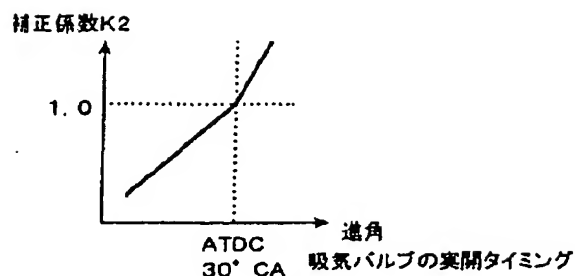
【図面6】



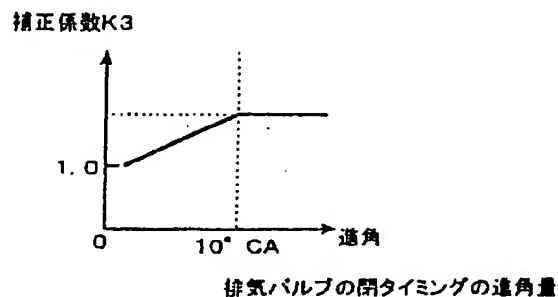
(19)

特開2002-242713

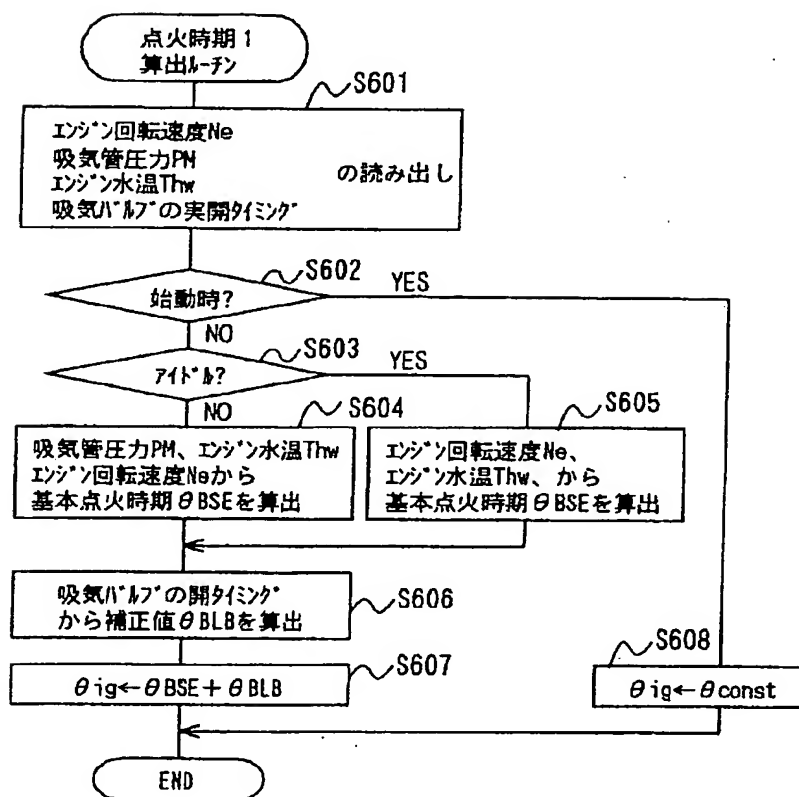
【図面7】



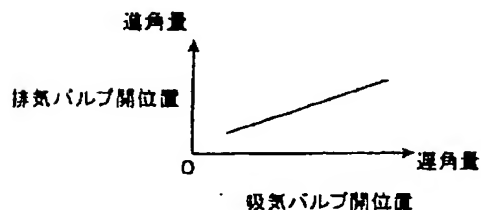
【図面8】



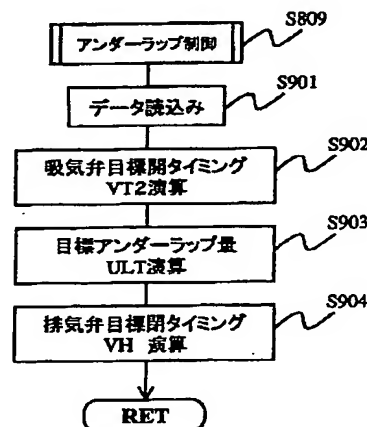
【図面9】



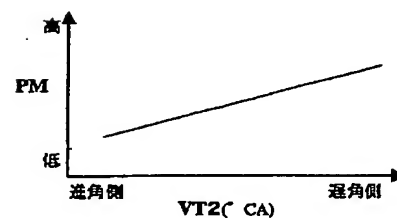
【図面15】



【図面18】



【図面21】



【図面19】

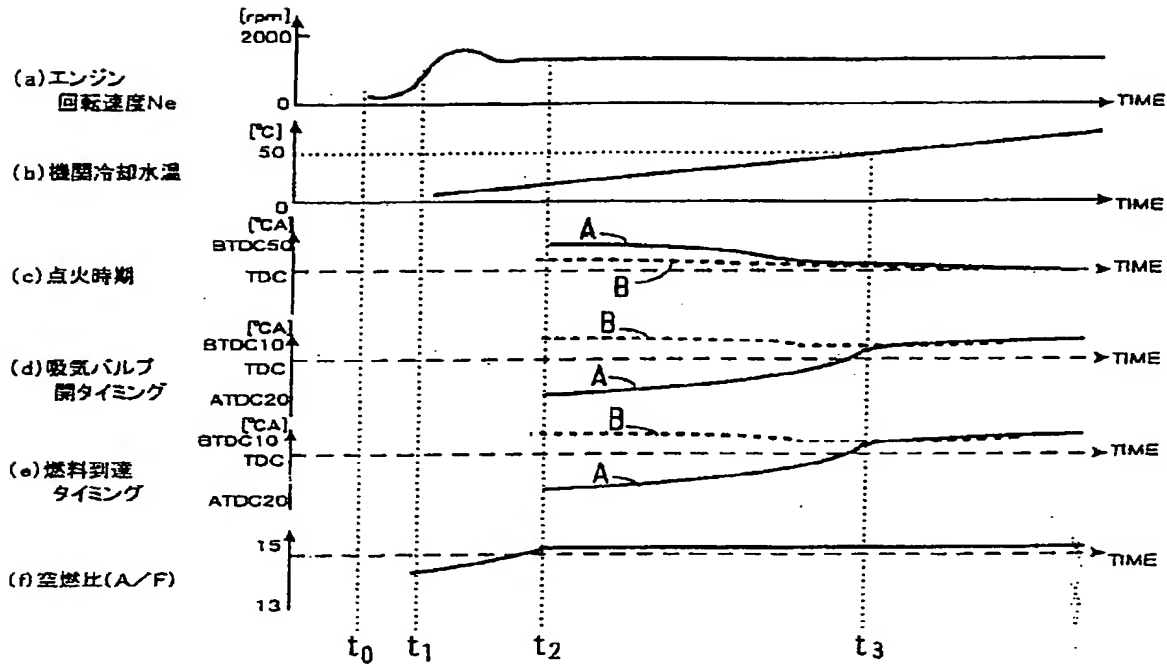
VT1演算マップ

吸気管内圧力	回転速度					
	0	400	800	...	...	...
100	...	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...

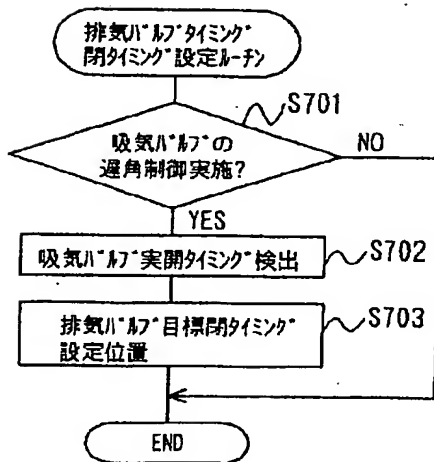
(20)

特開2002-242713

【図面12】



【図面14】

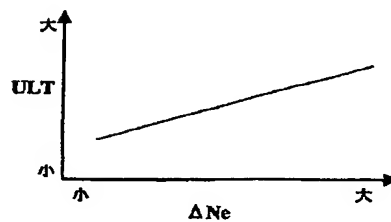


【図面20】

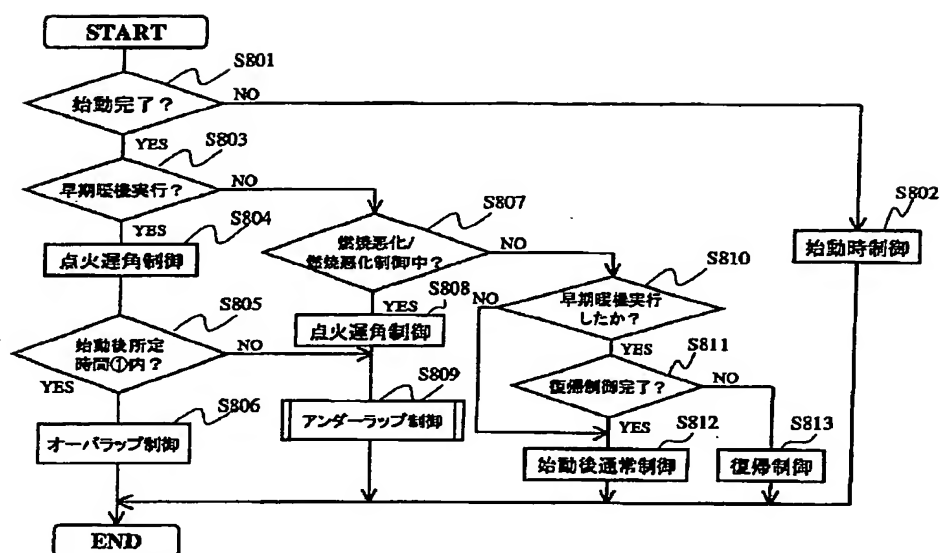
VH1演算マップ

吸気管内圧力	回転速度						
	0	400	800	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...

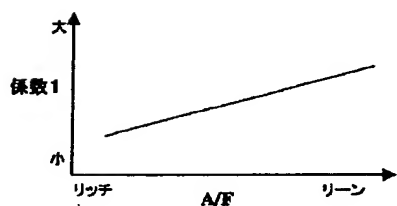
【図面22】



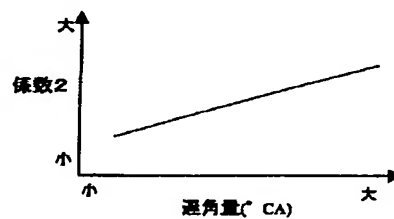
【図面17】



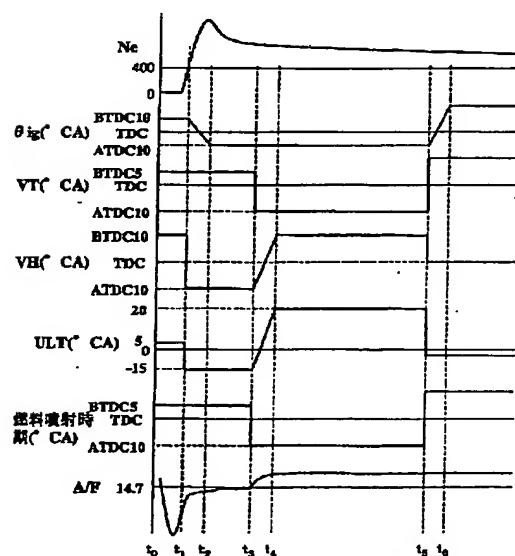
【図面23】



【図面24】



【図26】

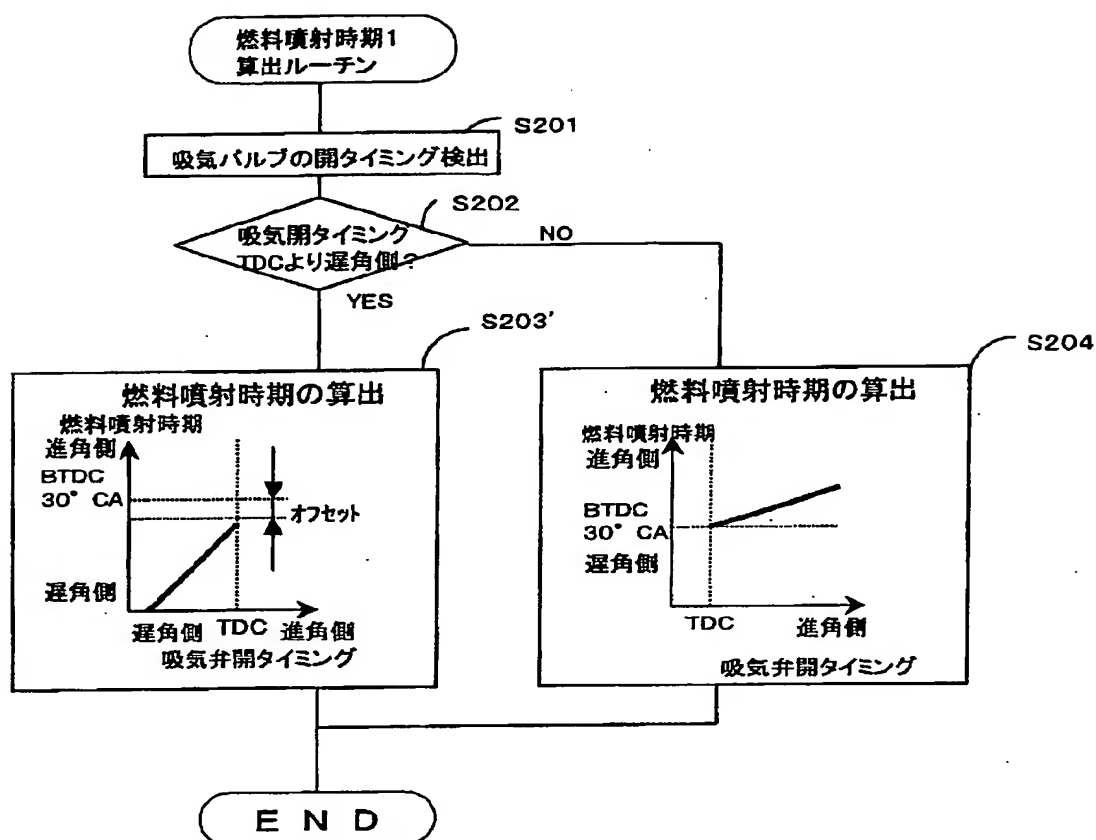




(22)

特開2002-242713

【図面25】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 2 D 41/06

識別記号

3 3 0

3 3 5

43/00

3 0 1

45/00

3 1 2

3 6 0

3 6 2

F 0 2 P 5/15

F I

F 0 2 D 41/06

43/00

45/00

F 0 2 P 5/15

テーマコード\* (参考)

3 3 0 Z

3 3 5 Z

3 0 1 H

3 0 1 Z

3 1 2 B

3 6 0 B

3 6 0 F

3 6 2 H

E

Fターム(参考) 3G022 CA01 CA02 CA03 DA01 EA01  
FA06 GA01 GA05 GA07 GA08  
GA09 GA11 GA12  
3G065 AA04 CA12 DA04 DA15 EA07  
FA07 GA00 GA01 GA09 GA10  
GA41 HA06 HA21 HA22 KA02  
3G084 BA09 BA13 BA15 BA17 BA23  
CA01 CA02 DA10 EA07 EA11  
EB08 EB12 EC02 FA02 FA10  
FA11 FA20 FA29 FA30 FA33  
FA36 FA38  
3G092 AA11 BA04 BB01 BB06 DA03  
DA12 DC01 EA02 EA03 EA04  
EA07 EA08 EA13 EA17 EB02  
EB03 EC01 EC09 FA08 FA15  
FA18 GA01 GA02 GA04 HA04Z  
HA05Z HA06X HA06Z HA09Z  
HA13X HB01X HB02X HC09X  
HD06Z HE01Z HE02Z HE03Z  
HE04Z HE08Z HF19Z  
3G301 HA19 JA12 JA21 JA26 KA01  
KA05 KA07 LA00 LA01 LA07  
MA01 MA11 MA18 NA03 NA04  
NA05 NA08 NC02 ND02 NE06  
NE11 NE12 NE15 NE16 NE23  
PA07 PA07Z PA10 PA10Z  
PA11 PA11Z PA14Z PD03Z  
PD04Z PD09Z PE01 PE01Z  
PE02Z PE03Z PE04Z PE08Z  
PE10A PF16 PF16Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**